



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

“EFECTO DEL TIPO DE SOLVENTE SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE
COMPUESTOS BIOACTIVOS, SAPONINAS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE
EXTRACTOS DE HOJAS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) Y AGUACATE
(*Persea americana* Mill)”

TESIS

QUE COMO TRÁMITE INICIAL PARA LA EVALUACIÓN PROFESIONAL DE LA CARRERA
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO INDUSTRIAL

PRESENTA:

KARINA MENDOZA GARNICA

(N° DE CUENTA: 1043075, GENERACIÓN 41)

ASESORES DE TESIS:

DRA. MARÍA DOLORES MARIEZCURRENA BERASAIN

DRA. DORA LUZ PINZÓN MARTÍNEZ

MODALIDAD DE TESIS INDIVIDUAL

ENERO 2019

CAMPUS UNIVERSITARIO “EL CERRILLO”, EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, MUNICIPIO
DE TOLUCA, MÉX



DEDICATORIA

Le agradezco a Dios y a la vida por permitirme tener y disfrutar de mi familia, por demostrarme que no existen un límite para quien lucha constantemente por sus sueños y metas, que existe solo el miedo que se rompe cuando comienzas a creer en ti y que habrá momentos difíciles porque no todo es fácil.

Mi tesis la dedicó con todo mi amor y cariño a mis padres Julián y Teresa, por su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de elegir una carrera para mi futuro, por creer en mi capacidad, ya que, a pesar de los momentos de mayor duelo, siempre me han brindado apoyo, comprensión y cariño. Gracias por darme la vida, algo que jamás voy a poder pagar y que no me alcanzan las palabras, abrazos o besos por todo lo que han hecho por mí. Los amo con todo mi ser.

A mis hermanas Isabel y berenis, les agradezco que formaron parte de mi desarrollo y día a día me daban un buen consejo, motivación, ejemplo y apoyo, en esta etapa tan valiosa e importante de mi vida. Las amo con todo mi corazón.

Y especialmente a mi hermano Julio Humberto, que ya no se encuentra entre nosotros, pero siempre creyó en mí, me recordaba lo importante que es estudiar, luchar por lo que anhelamos y lo lejos que llegare con esforzó. Te amo y siempre te llevare en mi corazón, a donde quiera vaya.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Dra. María Dolores, por el interés mostrado en este proyecto, por abrirme las puertas de su laboratorio, su confianza, paciencia y dedicación, principalmente por transmitirme esa gran pasión y energía para hacer las cosas bien. Le agradezco por ser mi guía y principalmente creer en mí.

Gracias a la Dra. Dora Luz, por sus conocimientos transmitidos, sus observaciones y consejos recibidos durante mis estancia, las cuales favorecieron al mejoramiento de mi trabajo realizado y formación académica.

A mis amigos, que han formado parte de mi vida y se han convertido en hermanos, agradezco sus palabras, todos esos momentos felices y tristes, recuerden que siempre los llevaré en mi corazón y estaré en todo momento.

Finalmente, agradezco a quien lee este apartado, de mis experiencias, investigaciones y conocimientos.

RESUMEN

La producción de residuos agroindustriales en México comprende más de 50 millones de t de hojas y tallos, que se ha demostrado que son fuente de diversos compuestos bioactivos. Igualmente, es el cuarto productor de guayaba (*Psidium guajava* L.) y aporta 3 de cada 10 t del aguacate (*Persea americana* Mill) producido mundialmente. Estos frutales tienen propiedades antimicrobianas, bactericidas, cicatrizantes, entre otras. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres solventes metanol, etanol y agua (metanol 100%, etanol 100%, agua 100%, etanol/metanol 50:50, metanol/agua 50:50 y etanol/agua 50:50 V/V) sobre la concentración de fenoles totales obtenido por Método de Folin- Ciocalteu, fenoles totales por medio de Método de Salem *et al.* (2011), concentración de saponinas, pH y color (L^* , a^* , b^* , c^* y h) en extractos de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y aguacate (*Persea americana* Mill). El mayor contenido de fenoles totales fue mediante el método de Folin-Ciocalteu en hojas de guayaba con Metanol/Agua ($76.4 \text{ mg GAE g}^{-1}$), aunque este solvente no es apto para alimentos. Por el método de Salem *et al.* (2011), la mayor concentración fue en extractos de hojas de aguacate con metanol 100% ($190.267 \text{ mg g}^{-1}$). La mayor concentración de saponinas se encontró con Metanol/Agua en hojas de aguacate (154.03 mg g^{-1}). El pH más bajo se encontró en extractos acuosos y en las otras combinaciones se observó cercano a la neutralidad. Finalmente, la determinación de color por medio del círculo cromático de CIELAB, indicó que los valores a pesar de ser positivos, fueron bajos por lo cual, fueron tonos oscuros de rojos a verdes.

Palabras clave: Residuos agroindustriales, fenoles totales, Saponinas, pH, Color, extractos de hojas, *Psidium guajava* L, *Persea americana* Mill.

ABSTRACT

Agroindustrial waste in Mexico covers more than 50 millions tons of leaves and stems plants; moreover, these have been proved as bioactive compounds sources. Equally, Mexico is the fourth mundial guava (*Psidium guajava* L.) producer and it produces 3 of each 10 t avocado (*Persea americana* Mill) produced worldwide. These fruit trees have antimicrobial, bactericidal and healing properties, among others. Hence, the main objective of the present research was to evaluate the effect of three different solvents as methanol, ethanol and water (100% methanol, 100% ethanol, 100% water, 50:50 ethanol/methanol, 50:50 methanol/water and 50:50 ethanol/water) over total phenol concentration obtained by Folin-Ciocalteu methodology, total phenol concentration by Salem *et al.* (2011) method, saponins concentration, pH and colour (L^* , a^* , b^* , c^* and h) from guava (*Psidium guajava* L.) and avocado (*Persea americana* Mill) leaves extracts. Highest total phenol concentration was in guava leaves methanol/water extract (76.4 mg GAE g⁻¹); even though, this solvent mixture is not food recommended. Salem *et al.* (2001) method presented the highest concentration in avocado methanol leaves extract (190.267 mg g⁻¹). Aqueous extracts resulted with the lowest pH values and the others solvent mixtures showed values close to neutrality. Finally, colour determination by CIELAB chromatic circle indicated that low positive values found suggested dark tones from red to green.

Key words: Agroindustrial waste, total phenol, Saponine, pH, colour, leaves extracts, *Psidium guajava* L, *Persea americana* Mill.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
A. General.....	3
B. Específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. JUSTIFICACIÓN.....	5
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
5.1 Fenoles totales.....	6
5.1.1 Residuos agroindustriales vegetales.....	6
5.1.2 Saponinas	7
5.1.1.1 Guayaba	8
5.1.1.2 Características particulares de <i>Psidium guajava</i> L.....	8
5.1.1.3 Clima y suelo	8
5.1.1.4 Zonas de cultivo	9
5.1.1.5 Cultivo.....	9
5.1.1.6 Producción Nacional y Estatal de <i>Psidium guajava</i> L.....	11
5.1.2 Aguacate	12
5.1.2.1 Características particulares de <i>Persea americana</i> Mill	12
5.1.2.2 Clima y suelo	13
5.1.2.3 Zonas de cultivo y variedades	14
5.1.2.4 Producción Nacional y Estatal de <i>Persea americana</i> Mill	15
5.2 Extractos vegetales.....	16
5.2.1 Procesos de extracción de compuestos volátiles	16

5.2.2 Extracción Soxhlet	17
5.2.1.1 Digestión	18
5.2.1.2 Infusión y Decocción	18
5.2.1.3 Extracción con fluidos supercríticos	18
5.2.1.4 Percolación	19
5.2.1.5 Maceración	19
5.3 Selección del solvente	20
5.3.1 Variables de la extracción.....	20
5.3.1.1 Extractos etanólicos	21
5.3.1.2 Metabolitos de las plantas	21
5.3.1.3 Metabolitos primarios	21
5.3.1.4 Metabolitos secundarios.....	22
5.3.1.5 Importancia de los metabolitos secundarios de las plantas	22
5.4 Método de Folin-Ciocalteu para la determinación de fenoles totales	22
5.5 Extracción de saponinas	23
5.6 Alcohol metílico	23
5.7 Alcohol etílico	23
5.8 Colorimetría CIELAB	24
5.9 Estudios relacionados a fenoles totales	25
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	27
6.1 Recolección de hojas	27
6.2 Lavado de hojas	27
6.3 Secado de hojas	27
6.4 Preparación de muestra vegetal con solvente	28
6.5 Determinación de fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu y Curva de calibración	28
6.6 Determinación de saponinas y fenoles totales por el Método de Salem <i>et al.</i> (2011).	29
6.7 Determinación de pH y Color.....	30
6.8 Diseño experimental	30
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
7.1 Cuantificación de fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu	33
7.2 Cuantificación de fenoles por el Método de Salem <i>et al.</i> (2011).....	34
7.3 Cuantificación de saponinas por el Método de Salem <i>et al.</i> (2011).....	36

7.4 Determinación de pH.....	37
7.5 Determinación de color para los componentes (L^* , a^* , b^* , c^* y h)	38
7.5.1 Determinación de a^*	38
7.5.2 Determinación de b^*	40
7.5.3 Determinación de c^*	41
7.5.4 Determinación de h	42
7.5.5 Determinación de L^*	43
7.6 Círculo cromático de CIELAB	44
VIII. CONCLUSIONES	47
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
X. ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de las medias de los tratamientos para fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu, fenoles por el Método de Salem <i>et al.</i> (2011), saponinas, pH y color.....	32
Tabla 2. Valores correspondientes a los distintos ángulos de matiz o tono	43

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Compuestos fenólicos por el Método Folin- Ciocalteu, para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos	33
Gráfica 2. Compuestos fenólicos por el Método de Salem <i>et al.</i> (2011), para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos.....	35
Gráfica 3. Concentración de saponinas por el Método de Salem <i>et al.</i> (2011), para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos.....	37
Gráfica 4. Determinación de pH para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos	38
Gráfica 5. Color en su componente a* para los extractos en hojas de aguacate y guayaba	39
Gráfica 6. Color en su componente b* para los extractos en hojas de aguacate y guayaba	40
Gráfica 7. Color en su componente c* para los extractos en hojas de aguacate y guayaba.....	41
Gráfica 8. Color en su componente h para los extractos en hojas de aguacate y guayaba	42
Gráfica 9. Color en su componente L* para los extractos en hojas de aguacate y guayaba	43
Gráfica 10. Círculo cromático para presentar las combinaciones de los diferentes extractos de aguacate	45
Gráfica 11. Círculo cromático para presentar las combinaciones de los diferentes extractos de guayaba	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Producción de guayaba de Países	11
Figura 2. Producción de aguacate 2016-2017.....	15

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas los residuos de materia orgánica vegetal han sido un foco de atención a nivel mundial, debido a que parte de sus constituyentes pueden ser materia prima para generar diversos productos de interés. Esta situación sigue prevaleciendo en la actualidad y se prevé que continuará en el futuro.

El creciente interés del consumidor por satisfacer sus demandas nutricionales con alimentos de excelente calidad y que no representen riesgos para la salud, ha generado nuevas oportunidades para el uso de conservantes derivados de plantas, animales y microorganismos. Mismos que, sin afectar los atributos sensoriales de los alimentos como sabor, olor, color o textura, extiendan los periodos de vida útil y salvaguarden la seguridad del consumidor (Sepúlveda *et al.*, 2016).

En México se producen 75.73 millones de t de residuos en materia vegetal de los cuales 60.13 millones de t, corresponden a hojas y tallos. Por tal motivo es primordial buscar una salida integral que contribuya al manejo adecuado y diferente, potenciando productos de interés tales como extractos, sacando su máximo provecho (Saval, 2012).

A nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar como productor de guayaba (*Psidium guajava* L.), después de la India y Pakistán. En la India se cultivan 150 mil ha y se producen 1.8 millones de t, mientras que Pakistán produce 570 mil t en poco más de 63 mil ha. En nuestro país el cultivo del guayabo es uno de los doce frutales de mayor importancia en México, con aproximadamente 23 mil ha plantadas a nivel comercial y una producción anual de 290 mil t (Saval, 2012).

Por otro lado, México aporta 3 de cada 10 t de aguacate (*Persea americana* Mill), que se producen en el mundo; lo cual lo coloca como el país exportador del fruto número uno; seguido de Indonesia,

quien exporta 294 mil t. En tanto, nuestro país supera el millón 316 mil t anuales; es decir, exporta 4.4 veces más que el país asiático (Moral y Murillo, 2016).

Los frutales de guayaba y aguacate tienen las siguientes propiedades y acciones: febrífuga, antisecretoria, antimicrobial, bactericida, cicatrizante, emenagoga, hipoglucémica, laxativa, nutritiva, espasmolítica. Tienen un uso muy antiguo y actualmente, es importante para tratar casi medio centenar de padecimientos en casi todo el país (Cortés *et al.*, 2015).

En el presente trabajo se realizó un aprovechamiento de residuos de hoja de guayaba (*Psidium guajava* L.) y aguacate (*Persea americana* Mill), llevando a cabo una extracción por medio de distintos solventes agua, metanol, etanol y sus disoluciones. Para lo cual, se cuantificó la cantidad de compuestos bioactivos fenoles totales y saponinas, para determinar el mejor solvente para su obtención. Así también reducir el riesgo, que pueden provocar éstos residuos como la generación de enfermedades en los árboles causadas por hongos presentes en el suelo o incendios forestales, cuando no se lleva a cabo un manejo adecuado de estos. Finalmente, se determinarán las condiciones de las concentraciones de los solventes para que al obtenerlos se responda a las necesidades de su uso en alimentos o en el área farmacéutica.

II. OBJETIVOS

A. General

Evaluar el efecto de tres solventes (metanol, etanol y agua) sobre la concentración de compuestos bioactivos (fenoles totales y saponinas) y las características físicas de calidad en extractos de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y aguacate (*Persea americana* Mill).

B. Específicos

- ✓ Analizar el contenido de fenoles totales en extractos acuosos, metanol, etanol y sus mezclas (0, 50, 100 %) en extractos de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.), mediante el método de Folin-Ciocalteu y la metodología de Salem *et al.* (2011).
- ✓ Analizar el contenido de fenoles totales en extractos acuosos, metanol, etanol y sus mezclas (0, 50, 100 %) en extractos de hojas de aguacate (*Persea americana* Mill), mediante el método de Folin-Ciocalteu y la metodología de Salem *et al.* (2011).
- ✓ Relacionar la concentración de saponinas, pH y color con el contenido de fenoles totales de los extractos acuosos, metanol, etanol y sus mezclas, en extractos de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y aguacate (*Persea americana* Mill).

III. HIPÓTESIS

La concentración de compuestos bioactivos fenoles totales y saponinas, así como, los parámetros físicos relacionados con la calidad (Color y pH) en extractos de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y aguacate (*Persea americana* Mill), será mayor al extraerse con etanol, como solvente.

IV. JUSTIFICACIÓN

El número de productores dedicados al cultivo de frutales se ha incrementado, gracias a la dinámica creciente de la población y su vinculación los procesos productivos (Tafur, 2006).

Tan solo en México se producen 75.73 millones de t de residuos de materia vegetal de los cuales, 60.13 millones de t corresponden al 80% de residuos primarios en hojas y tallos, representan oportunidades relevantes para la industria de los alimentos (Cortés *et al.*, 2015).

El presente trabajo plantea la obtención y cuantificación de compuestos bioactivos fenoles totales y saponinas, en extractos de hojas de guayaba y aguacate, con la finalidad de lograr el mayor aprovechamiento de tales residuos. Igualmente, evaluar con que solvente y cual concentración se obtiene la mayor cantidad de fenoles totales. Lo cual, puede indicar el uso final de los extractos obtenidos, en cuanto al grado alimenticio e incluso, al farmacéutico.

Los compuestos bioactivos han despertado interés debido a sus propiedades antioxidantes y sus implicaciones benéficas en la salud humana. Han ganado atención dada a su aplicación terapéutica y dietaria. Por tanto, la búsqueda de estos compuestos resulta una importante opción, como fuentes novedosas y seguras de antioxidantes naturales, para ser incorporados en alimentos funcionales y nutraceuticos (Soto y Rosales, 2016).

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Fenoles totales

Los compuestos fenólicos constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios de los vegetales, donde desempeñan diversas funciones fisiológicas. Se trata de compuestos que intervienen en el crecimiento y reproducción de las plantas, así como en procesos defensivos contra agentes patógenos, depredadores o radiación ultravioleta. Tradicionalmente se han considerado como sustancias antinutritivas debido al efecto adverso de uno de sus componentes principales. Sin embargo, actualmente existe gran interés en estos compuestos debido a la gran variedad de actividades biológicas que presentan, considerándose uno de los compuestos fitoquímicos alimentarios más importantes por su contribución al mantenimiento de la salud humana. La actividad biológica de los polifenoles está relacionada con su carácter antioxidante, la cual, es debido a su habilidad para quelar metales, inhibir la actividad de la enzima lipoxigenasa y actuar como atrapadores de radicales libres (García *et al.*, 2012).

La cantidad y tipos de compuestos polifenólicos presentes en un alimento varía en función de la especie vegetal, variedad y parte del vegetal considerada (fruto, semillas, brotes, hojas), horas de exposición solar, grado de madurez, condiciones de cultivo, procesado, condiciones de almacenamiento, entre otros (García *et al.*, 2012).

5.1.1 Residuos agroindustriales vegetales

Son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres y cáscaras de frutas, entre otros (Henao y Márquez, 2018).

El uso etnobotánico de residuos agroindustriales vegetales es amplio. Su alto contenido en vitamina C, estimula la cicatrización, el rejuvenecimiento e influye directamente en la fabricación de colágeno, quien otorga la flexibilidad, firmeza de la piel y forma una capa seca en la mucosa digestiva que protege de agentes externos e internos. Las hojas de aguacate (*Persea americana* Mill) y guayaba (*Psidium guajava* L.), se utilizan en enfermedades de la piel, en diarreas y para otras dolencias de estómago. Se han utilizado como hemostática y antiséptica. Otros reportes indican acción antimicrobiana, cicatrizante, hipoglicémica y espasmolítica. Se reporta también actividad antioxidante, hepatoprotectora, antialérgica, genotóxica, anticitotóxica, cardiotónica, antiinflamatoria, entre otros (Henao y Márquez, 2018).

5.1.2 Saponinas

Las saponinas son glicósidos hidrosolubles, con propiedades tensoactivas y hemolíticas, ambas atribuidas a sus características estructurales de naturaleza anfifílica. Estos metabolitos también pueden ejercer una amplia actividad biológica y farmacológica. Destacándose su efecto insecticida, antiprotozoaria, antiinflamatorio, leishmanicida, anti-trichomonas, anti-agregante plaquetario y broncolítico (Valdés *et al.*, 2015).

Las saponinas se pueden considerar parte de los sistemas de defensa de las plantas (se conoce el efecto antimicrobiano que muchas de ellas presentan sobre el crecimiento de hongos; además protegen a las plantas del ataque de los insectos). Sin embargo, la razón de su biosíntesis aún no es completamente clara. Otra característica de la mayoría de las saponinas, que desde muchos años atrás ha llamado la atención, es su capacidad espumante, la cual fue utilizada como un indicador directo de la cantidad de saponinas presentes en las plantas (Valdés *et al.*, 2015).

5.1.1.1 Guayaba

5.1.1.2 Características particulares de *Psidium guajava* L.

La guayaba (*Psidium guajava* L.), es un cultivo originario de América Tropical y actualmente, se encuentra muy difundido, en todo el mundo. Es un arbusto siempre verde de la familia de las Myrtáceas, frondoso que alcanza de 5 a 6 m de altura como promedio, pero si se maneja adecuadamente con podas, no sobrepasa los 3 m. Los tallos cuando están tiernos son angulosos, su coloración se torna café claro cuando empiezan a sazonar. Las hojas nacen en pares, de color verde pálido, coreáceas y de forma alargada, terminan en punta aguda con una longitud que oscila entre 10 y 20 cm, con 8 cm de ancho; posee pelos finos y suaves en ambos lados, con una nervadura central y varias secundarias que resaltan a simple vista. Las flores nacen en la base de las hojas, de 1 a 3 por nudo, en las ramas más jóvenes, con gran cantidad de estambres y con un solo pistilo. La forma del fruto depende de la variedad, lo mismo que el color de la pulpa y la cáscara. Los hay redondos como pelotas y ovalados en forma de pera. La madurez se observa en la cáscara cuando alcanzan un color verde amarillento o amarillo rosado (Zeledón y Wan, 1994).

5.1.1.3 Clima y suelo

Clima. La guayaba se adapta a regiones tropicales, subtropicales, subhúmedas y semiáridas. Los huertos comerciales de guayaba han tenido el mayor de los éxitos en elevaciones menores a los 1,000 msnm, aun cuando este árbol puede resistir temperaturas ocasionales cercanas a la congelación. En la región oriente existen huertos desde 600 hasta 2,200 msnm, aunque algunos autores mencionan que el límite económico está entre 560 y 610 m. Bajo condiciones de temporal requieren un mínimo de 600 a 1,000 mm de precipitación. Es más resistente a la sequía que la mayoría de los frutales tropicales se desarrolla tanto en climas húmedos como en secos, pero que prefiere atmósfera seca. Temperaturas: Se adapta a temperaturas entre los 15 y los 30 °C.

Suelo: Para la obtención de fruta de calidad, se prefieren suelos fértiles, profundos, ricos en materia orgánica y bien drenada. A pesar de que el guayabo se produce en casi cualquier tipo de suelo, los ideales son aquellos con pH entre 6 y 7, aunque se conoce de cultivos en pH de 4,5 hasta 8,2 (Zeledón y Wan, 1994).

5.1.1.4 Zonas de cultivo

Se puede producir en casi cualquier parte de país, si se cuenta con riego y un buen manejo agronómico. Generalmente, se siembra a principios del invierno para aprovechar el agua de lluvia. Sin embargo, si se cuenta con buen riego se puede sembrar en cualquier época del año (Zeledón y Wan, 1994).

5.1.1.5 Cultivo

A continuación, se describen las características de las variedades, registradas por el INIFAP ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

- Caxcana: Pulpa blanca, fruto de forma redonda, de 75–95 g, de 4.8 a 5.5. cm de diámetro ecuatorial, 8–9 mm de grosor de casco, con un promedio de 300–310 semillas por fruto de 11–13 °Brix. Esta variedad, por su color de pulpa, representa una alternativa para la diversificación de los nichos de mercado para consumo en fresco o para la agroindustria (Ramírez *et al.*, 2005; Álvarez, 2010).
- Merita: Pulpa color crema, fruto de forma ovoide, de 60–80 g, de 4.5–5.0 cm de diámetro ecuatorial, 7–8 mm de grosor de casco, promedio de 150–170 semillas por fruto y 12–14°Brix. Esta variedad produce frutos similares a los del tipo “media china”, los cuales tienen una gran aceptación por los consumidores, dado su aroma, sabor y consistencia (Ramírez *et al.*, 2005; Álvarez, 2010).

- Calvillo siglo XXI: Pulpa color crema, forma ovoide de 60 a 80 g, de 4.5–5.0 cm diámetro ecuatorial, 6-8 mm grosor de casco, 12-14 °Brix, son frutos similares a las del tipo “media china”, los cuales tienen una gran aceptación para consumo en fresco o bien para la agroindustria (Ramírez *et al.*, 2005; Álvarez, 2010).
- Huejucar: Pulpa jaspeada rosa pálido-crema, fruto de forma ovoide de 80–100 g, de 4.8–5.5 cm de diámetro ecuatorial; 7–8 mm de grosor de pulpa, con un promedio de 175–200 semillas por fruto, y de 12–14 °Brix. Esta variedad, por su color de pulpa, representa una alternativa para la diversificación de los nichos de mercado para consumo en fresco o para la agroindustria (Ramírez *et al.*, 2005; Álvarez, 2010).
- Hidrozac: Pulpa color rosa, fruto de forma truncada-aperada de 90-110 g, de 5.0–5.5 cm diámetro ecuatorial, 10-12 mm de grosor de pulpa, de 200-230 semillas por fruto y de 11–13 °Brix (Ramírez *et al.*, 2005; Álvarez, 2010).
- Tai-kuo-bar: De mesa, es una fruta grande, redondeada, con un peso de 400 a 800 g en promedio, con pulpa de color blanco, jugosa y crujiente; es una fruta para consumo fresco.
- Pai-bar: Árbol fuerte y resistente a enfermedades; su fruta es de color amarillo pálido cuando madura y tiene forma de pera, pesa en promedio 180 g, su pulpa es blanca y es un árbol de gran producción (Ramírez *et al.*, 2005; Álvarez, 2010).
- Lay-a-bar: Fruto alargado, color verde amarillento, de pulpa verde acuosa, tamaño promedio 300 g, con un agradable olor y sabor (Castillo, 2016).
- Am-a bar: Fruto ovalado y alargado, de color amarillo pálido, de pulpa blanca y aromática, con pesos de 300 g en promedio; se utiliza esencialmente para jugo (Castillo, 2016).
- Taiwan-yeh-bar: Produce todo el año, es de color verde pálido, con un peso promedio de 300 y es usado para la agroindustria (Castillo, 2016).

De estas variedades, la única que se explota comercialmente y que tiene grandes expectativas de producción y comercialización es la Tai-kuo-bar, o de mesa (Castillo, 2016).

5.1.1.6 Producción Nacional y Estatal de *Psidium guajava* L.

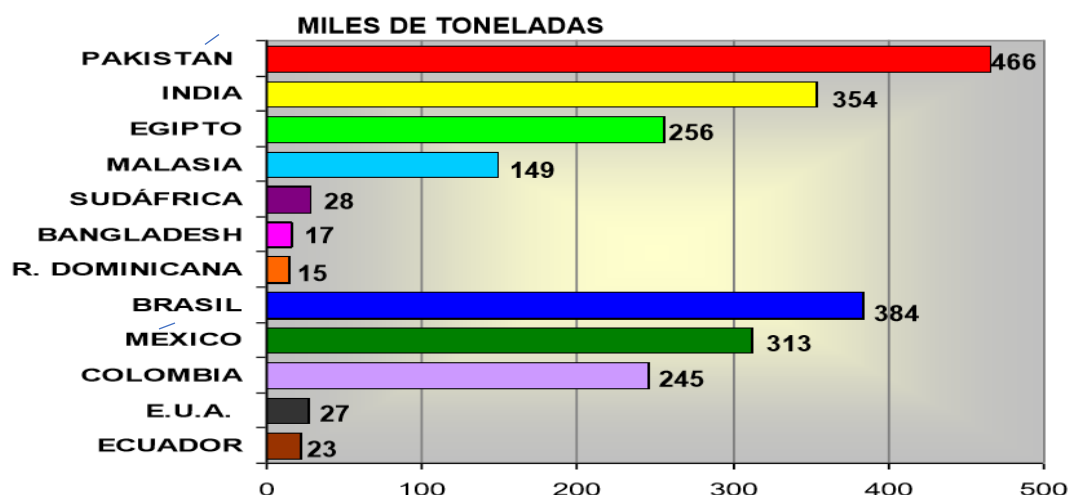


Figura1. Producción de guayaba de Países 1

Fuente: SAGARPA, 2017

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) informó que, en los últimos tres años la producción de guayaba en México aumentó en 8.2 %. Lo que permite consolidar al país como el cuarto productor mundial de este fruto.

El mercado mundial de Guayabas es de aproximadamente 6 mil t. El primer importador mundial es el Reino Unido con aproximadamente el 64% del total de las importaciones. México tiene la ventaja de poder ofertar guayabas durante todo el año. En el Mercado de Canadá, donde Brasil es el principal proveedor, México tiene una ventana de mayo a octubre. En 2007 se importaron 11 mil t de productos procesados de guayaba a los Estados Unidos. El principal proveedor fue Brasil con el 22%, seguido por República Dominicana con el 19% y Ecuador con 16%. México ocupó el cuarto lugar con el 9% (López, 2004; SAGARPA, 2017).

El consumo nacional aparente de guayaba de 1997 a 2007 pasó de 179.8 miles de t a 267.9 miles de t, lo que equivale a un crecimiento del 49% y a una tasa media de crecimiento anual (TMCA) durante el período del 4.9%. El consumo per cápita de guayaba en promedio de 1997 a 2007 fue de 2.7 kg por habitante. La tendencia durante este período muestra una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 3.5% (López, 2004; SAGARPA, 2017).

La producción de guayaba se efectúa principalmente, en 18 estados de la República como son, Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Chiapas, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Tabasco, Veracruz y Zacatecas (López, 2004; SAGARPA, 2017).

Tradicionalmente la mayor demanda de la guayaba se presentaba durante el mes de diciembre, debido a su uso en bebidas y dulces en esta época; sin embargo, debido a la incorporación como principal proveedor nacional la guayaba dejó de ser una fruta estacional y hoy se encuentra en el mercado todo el año. La Central de Abastos de la Ciudad de México controla el 65% del mercado mayorista de guayaba y junto con las Centrales de Guadalajara y Monterrey controlan el 95%. Esta concentración de la comercialización, más que a preferencias regionales se debe a la capacidad de manejo y comercialización de las Centrales de Abasto (López, 2004; SAGARPA, 2017).

5.1.2 Aguacate

5.1.2.1 Características particulares de *Persea americana* Mill

El aguacate es una planta perteneciente a la familia de las Lauráceas, es originario de Guatemala, parte de Centro América y México. Es una planta perenne, de gran crecimiento vegetativo, llegando en su hábitat natural a una altura de 10 a 12 m. Con raíces superficiales, que absorben agua y nutrientes principalmente en las puntas a través de los tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a ataques de hongos y pudriciones

vasculares. Las ramas son abundantes, delgadas y frágiles, sensibles a las quemaduras de sol y a las heladas, se rompen con facilidad al cargar muchos frutos o por acción del viento, las flores son hermafroditas, simétricas y de color verde amarillento. Las hojas son simples y enteras, presentan un color rojizo y al llegar a la madurez se tornan lisas, coriáceas y de un verde intenso (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2000).

5.1.2.2 Clima y suelo

El aguacate puede cultivarse hasta los 2500 msnm. Sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2500 m, para evitar problemas con enfermedades, principalmente, de las raíces (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2000).

La temperatura y la precipitación son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo. En lo que respecta a la temperatura, las variedades tienen un comportamiento diferente de acuerdo con la variedad. La variedad antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la variedad guatemalteca son más resistentes y las mexicanas, son las que presentan la mayor tolerancia al frío. En cuanto a precipitación, se considera que 1200 mm anuales bien distribuidos son suficientes. Las sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce el rendimiento; el exceso de precipitación durante la floración y fructificación reducen la producción y provoca la caída del fruto (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2000).

El terreno destinado al cultivo igualmente se debe contar con buena protección natural contra el viento o en su ausencia, establecer una barrera cortavientos preferentemente un año antes del establecimiento de la plantación. El viento produce daño, rotura de ramas, caída del fruto, especialmente cuando están pequeños. También, cuando el viento es muy seco durante la floración, reduce el número de flores polinizadas y por consiguiente de frutos (InfoAgro, 2014).

El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, floración, polinización y desarrollo de los frutos. Un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello, la formación de menor número de frutos. Los suelos más recomendados son los de textura ligera, profundos, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos (5,5 a 7), pero puede cultivarse en suelos arcillosos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje, pues el exceso de humedad propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades de la raíz, fisiológicas como la asfixia radical y fúngicas como fitoptora (InfoAgro, 2014).

5.1.2.3 Zonas de cultivo y variedades

- Zona de Costa (0-250 m): Hass, Pinkerton y Fuerte (polinizador). El número de plantas de cada variedad a plantar depende del interés del agricultor según la época de recolección. Existen diferentes opciones: 40 % Hass, 20 % Pinkerton y 40 % Fuerte (Téliz, 2007).
- Zona de baja medianías (250 – 450 m): Hass, Pinkerton, Fuerte (polinizador), Bacon (polinizador). Los polinizadores en un porcentaje del 10% del total.
- Zona de alta medianías (> 450 m): Hass, Bacon (polinizador). El porcentaje de plantas polinizadores suele ser mayor del 10 % (Téliz, 2007).
- Variedad Fuerte: Su cáscara es gruesa, comparada con otras especies y no se oscurece con la maduración. Su piel es ligeramente áspera, con muchos pequeños puntos amarillos. Lo podemos encontrar desde finales de otoño hasta primavera. Tienen la forma de una pera, de gran sabor y pulpa cremosa (Téliz, 2007).
- Variedad Criollo: Se caracteriza por tener una cáscara muy delgada y suave, que se aferra a la masa, además, un hueso muy grande. El color de su cáscara es oscuro y su pulpa al

madurar adopta un color amarillo-limón. Tiene entre sus principales características ser resistente al frío (APROAM, 2005; SAGARPA, 2011).

- Variedad Reed: Disponible en verano e inicios de otoño. Su piel permanece gruesa y verde, tienen buen sabor, presenta una suave presión cuando está madura. Es fácil de pelar y contiene una semilla mediana (APROAM, 2005; SAGARPA, 2011).
- Variedad Bacón: Fruta disponible durante otoño hasta primavera. El fruto es de forma ovalada, pulpa amarilla verdosa que tiene un gran sabor con textura suave. Es fácil de pelar y contiene un hueso mediano a grande. Al madurar, la piel de este fruto toma un color más oscuro (APROAM, 2005; SAGARPA, 2011).
- Variedad Gwen: Lo encontramos desde principios de primavera hasta finales de verano. Es una fruta redonda, la piel es delgada y granulada de color verde. El sabor de la pulpa es suave y cremoso (APROAM, 2005; SAGARPA, 2011).

5.1.2.4 Producción Nacional y Estatal de *Persea americana* Mill

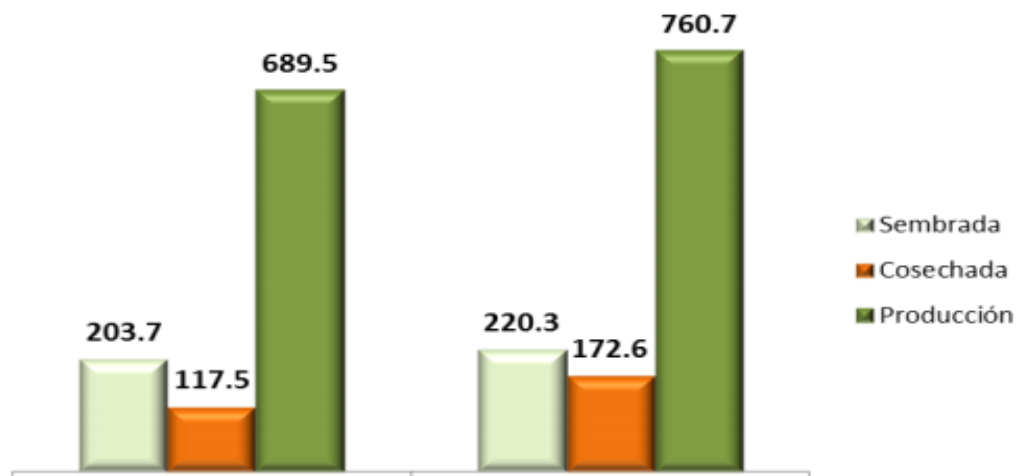


Figura 2. Producción de aguacate 2 2016-2017

Fuente: SAGARPA, 2017

La alta aceptación internacional del aguacate mexicano sigue posicionando a nuestro país como el principal exportador de aguacate en fresco así como, procesado en guacamole y como aceite. Además, la promoción y difusión de las cualidades del fruto que benefician la nutrición humana han contribuido en la preferencia. Los índices de exportación del fruto verde para la temporada del 2015/2016 representaron un volumen de más de 933 mil t, de las cuales, 866 mil t fueron para el mercado de Estados Unidos que representó más de 87 %, seguido de Canadá con 3.6 %, Japón con 3.5 %, Europa con 2.5 %, Centro y Sudamérica con 1.9 %, China con 1.2 % y Asia con 0.1 % (García, 2017).

Durante el último bienio (2015/2016) la producción de aguacate en México mantuvo su crecimiento. En el 2015, la producción fue de 1.6 millones de t y en el 2016, se alcanzó una producción de más de 1.8 millones de t (García, 2017).

El estado de Michoacán continúa como el principal estado productor con poco más de cuatro quintas partes de la producción Nacional, seguida por los estados de Jalisco, Estado de México, Morelos, Nayarit y otros (García, 2017).

5.2 Extractos vegetales

Separación de las sustancias biológicamente activas de los materiales inertes o inactivos de una planta, a partir de la utilización de un disolvente seleccionado y de un proceso de extracción adecuado; donde siempre se obtienen, por lo menos, dos componentes: la solución extraída en su disolvente (el extracto) y el residuo (el bagazo) (Carrión, 2010).

5.2.1 Procesos de extracción de compuestos volátiles

Los procesos de extracción más simples empleados se dividen de acuerdo con el disolvente utilizado en:

- ✓ Extracción con agua: Infusión, destilación por arrastre con vapor de agua y decocción. Permite la obtención de los principios activos de la hoja, esto permite cumplir con las especificaciones de producto natural requerida para su comercialización (Carrión, 2010).
- ✓ Extracción con solventes orgánicos: Maceración, lixiviación o percolación, extracción Soxhlet, digestión y por fluido supercrítico. En algunas plantas se usan alcoholes como el metanol, el cual posteriormente es removido del producto final. Se presume que el uso de tal compuesto aumenta la eficacia de la extracción. Sin embargo, el uso de esta en la operación, parece ser la razón por la cual la FDA no califica a los extractos como productos naturales y seguros (Carrión, 2010).

La selección de uno de ellos dependerá de las necesidades y facilidades tanto técnicas como económicas con que se cuenten.

5.2.2 Extracción Soxhlet

Método en caliente, que se desarrolla empleando solventes con puntos de ebullición bajo, para evitar la degradación de la muestra. Conveniente para obtener los extractos crudos de las plantas.

El éxito de la técnica depende básicamente de la diferencia de solubilidad en el disolvente de extracción entre el compuesto deseado y los otros compuestos presentes en la mezcla inicial (Macía y Monesterolo, 2008).

Se fundamenta en las siguientes etapas:

- ✓ Colocación del solvente en un balón.
- ✓ Ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo.
- ✓ El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior.

- ✓ Ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el refluo que vuelve el solvente con el material extraído al balón.
- ✓ Se vuelve a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente.

5.2.1.1 Digestión

En este proceso se agrega solvente caliente (con temperaturas no mayores a los 50 °C) al material vegetal molido colocado en un material de vidrio de boca pequeña. Al aumentar la temperatura del solvente permite una mayor extracción de compuestos ya que la solubilidad de la mayoría de las especies aumenta con la temperatura, disminuye la viscosidad del solvente lo que hace que éste pueda ingresar más rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos (Macía y Monesterolo, 2008).

5.2.1.2 Infusión y Decocción

Se logra por el agregado de agua a la temperatura adecuada a las hojas. Este método es beneficioso debido a que las mismas no corren peligro de que sus componentes se desnaturalicen. Tanto la infusión como la decocción son procesos simples de extracción con agua, en el primer caso (infusión), se agrega agua caliente o fría al material molido y luego se filtra; la segunda (decocción), se somete la muestra previamente humedecida y se hierve hasta alcanzar la temperatura de ebullición, manteniendo esta durante un período variable por 15 a 30 min (Bruneton, 2001).

5.2.1.3 Extracción con fluidos supercríticos

Este proceso es una operación que aprovecha el poder disolvente de fluidos a temperaturas y presiones por encima de sus valores críticos tienen un gran poder disolvente y una enorme capacidad de penetración en sólidos. Lo que permite el agotamiento rápido y prácticamente total

de los sólidos extraíbles. Se pueden separar totalmente y de forma sencilla de los extractos, sólo modificando la presión o la temperatura, hasta el extremo, si es necesario, en que el fluido pasa al estado gaseoso. Esta operación está siendo ampliamente utilizada a nivel industrial. Generalmente, leves cambios de la temperatura y la presión en la zona crítica provocan grandes cambios en la densidad y el poder solvente del mismo. El extracto obtenido es una solución con un contenido de partículas coloidales con un color marrón oscuro, contiene todos los principios activos, pigmentos de la hoja, polisacáridos solubles y otras impurezas (Bruneton, 2001).

5.2.1.4 Percolación

También conocido como lixiviación, es uno de los procesos más difundidos pues se puede realizar con disolventes orgánicos en frío para preservar los compuestos termolábiles que pudiera contener el material. Consiste en colocar el material fragmentado en un embudo o recipiente cónico y hacer pasar un disolvente adecuado a través de este. No es apropiado para resinas o materiales que se hinchen dado que el disolvente no percolará. Se requiere agregar solvente constantemente para realizar esta operación deben tenerse en cuenta una serie precauciones tales como, el material sólido debe estar debidamente compactado para que el eluyente pueda atravesarlo con una lentitud adecuada, que permita el tiempo de contacto requerido entre los solutos y el solvente (Pardo, 2002).

5.2.1.5 Maceración

Es una extracción que consiste en remojar el material vegetal, debidamente fragmentado en un solvente, (agua o etanol). Se prefiere el etanol puesto que a largos tiempos de extracción el agua puede propiciar la fermentación o la formación de mohos hasta que éste penetre y disuelva las porciones solubles. Se puede utilizar cualquier recipiente con tapa que no sea atacado con el disolvente; en éste se colocan el material vegetal con el disolvente y tapado se deja en reposo por

un período de 2 a 14 días con agitación esporádica. Luego se filtra el líquido, se exprime el residuo, se recupera el solvente en un evaporador rotatorio y se obtiene el extracto (Pardo, 2002).

5.3 Selección del solvente

La elección del disolvente depende de parámetros técnicos y económicos: selectividad, estabilidad, inercia química y temperatura de ebullición. Esta última no debe ser demasiado elevada para permitir su eliminación total, no demasiado baja para evitar las pérdidas y seguridad de manipulación (si es posible no tóxico, ni inflamable).

Los disolventes más utilizados son los hidrocarburos alifáticos: éter de petróleo, hexano, y también propano o butano líquido (a presión). Aunque el benceno es un buen disolvente, su toxicidad limita cada vez más su utilización. Igualmente, se ha recurrido a disolventes halogenados y al etanol. También se utilizan otros solventes como soluciones ácidas o alcalinas para la extracción selectiva de algunos compuestos, sin embargo, se debe tener precaución con el pH de las mezclas para prevenir hidrólisis o reordenamiento de compuestos sensibles (González, 2014).

5.3.1 Variables de la extracción

La velocidad y eficiencia de la extracción es afectada por diversos factores, principalmente por aquellos que tienen relación directa con la solubilidad de los componentes que se desean extraer. Tales factores son los siguientes: temperatura, concentración del solvente, tamaño de las partículas, porosidad y agitación. Las propiedades que cada variante añade al proceso de extracción son diversas, es por eso por lo que el estudio de dichas variables es importante para determinar un proceso óptimo de extracción. Al aumentar la temperatura se aumenta la velocidad porque la solubilidad es mayor. La temperatura máxima para cada sistema está limitada por el punto de ebullición del solvente, punto de degradación del producto, solubilidad de impurezas y economía. La concentración del solvente es importante para soluciones acuosas. Debido a la

saturación y la existencia de reacciones químicas, sin embargo, es de poca importancia cuando la extracción es controlada por difusión. La reducción de partículas tiene gran importancia, porque aumenta el área de contacto y disminuye el tiempo necesario para la extracción, sobre todo para sólidos de baja porosidad; la cual, permite que el líquido penetre a través de los canales formados por los poros dentro del sólido, aumentando así el área activa para la extracción (González, 2014).

5.3.1.1 Extractos etanólicos

Son extractos con olores característicos, se obtienen a partir de materia prima desecada de origen vegetal, por maceración o percolación en contacto con etanol, seguida de la eliminación de dicho solvente por un procedimiento físico. Estos procesos pueden ser sometidos a determinadas operaciones para eliminar algunos de sus componentes y así mejorar notablemente la calidad del producto deseado (González, 2014).

5.3.1.2 Metabolitos de las plantas

Las plantas tienen distintas propiedades y cada una de ellas puede servir para ayudar a tratar cualquier tipo de enfermedad. Las propiedades medicinales de las plantas se deben a la presencia de sustancias químicas llamadas principios activos, que tienen la capacidad de producir transformaciones fisiológicas, las cuales, pueden ser benéficas o tóxicas según el principio activo de que se trate. Cada planta posee predominantemente uno o varios de estos principios activos y éstos compuestos pueden actuar en el organismo en forma complementaria, o bien tener una actividad distinta, de ésta forma se amplía el espectro de actividad de una planta (Callejas, 2002).

5.3.1.3 Metabolitos primarios

Son todas aquellas sustancias desarrolladas durante el crecimiento de todas las plantas y son: carbohidratos, proteínas, grasas, ácidos nucleicos y aminoácidos (Rojas *et al.*, 2015).

5.3.1.4 Metabolitos secundarios

Son productos sintetizados por las plantas bajo situaciones específicas tales como: alcaloides, flavonoides, esteroides, cumarinas, taninos y aceites esenciales. No son comunes en todas las especies y a muchos de ellos, se les confiere el valor medicinal de una planta (Rojas *et al.*, 2015).

5.3.1.5 Importancia de los metabolitos secundarios de las plantas

Las plantas son organismos multicelulares sésiles, es decir, no pueden huir ante el ataque de los fitófagos, por estos motivos han tenido que generar un mecanismo de prevención o defensa, mismo que inicia a partir de puntos específicos del metabolismo primario (anabolismo y catabolismo de proteínas, lípidos, carbohidratos, entre otros), produciendo así, otros productos conocidos como metabolitos secundarios. Los metabolitos secundarios comprenden un gran número de diversos grupos químicos que son específicos para ciertas especies vegetales; éstos se almacenan generalmente en vacuolas celulares. Sobre la base de sus orígenes biosintéticos, los metabolitos de las plantas se pueden dividir en tres grupos principales: Terpenoides, alcaloides y fenilpropanoides (Callejas, 2002).

5.4 Método de Folin-Ciocalteu para la determinación de fenoles totales

Se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a un pH básico, dando lugar a una coloración azul, determinada espectrofotométricamente a 765 nm. Este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que se mide para evaluar el contenido en polifenoles (Kaur y Kapoor, 2001).

5.5 Extracción de saponinas

La extracción de saponinas a partir de diversos materiales biológicos ha sido reportada bajo múltiples procedimientos, sin embargo, dada la naturaleza altamente polar de estos compuestos, todos los métodos coinciden en la extracción en caliente o frío, con agua o alcoholes de bajo peso molecular. Entre los cuales, sobresalen el uso de metanol, etanol, butanol y mezclas de diferentes proporciones de éstos alcoholes con agua (Hernández *et al.*, 2016).

5.6 Alcohol metílico

Es el alcohol metílico, a temperatura ambiente se presenta como un líquido de baja densidad, incoloro, inflamable y tóxico, que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible. Su fórmula química es CH_3OH . Su principal ventaja es que puede ser fabricado fácilmente a partir del metano, así como por la pirólisis de muchos materiales orgánicos. El problema de la pirólisis es que solamente es económicamente factible a escala industrial, así que no es recomendable producir el metanol a partir de recursos renovables como la madera a pequeña escala (uso personal). Se puede producir a partir de fuentes y residuos renovables, tales como pasto bagazo de caña de azúcar hojarasca, pasto, entre otras. Genera menor contaminación ambiental que los combustibles fósiles (Sousa, 2009).

5.7 Alcohol etílico

Es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción, da una mezcla azeotrópica. Su fórmula química es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$, principal producto de las bebidas alcohólicas como el vino (15% aproximadamente), cerveza (5%) o licores (hasta 50%). Es producido por la fermentación de plantas de azúcar, maíz y otros productos de grano, en Latinoamérica principalmente, de caña de azúcar para su uso comercial e industrial, siempre es desnaturalizado, es decir, se le adicionan

pequeñas cantidades de sustancias nocivas para evitar su mal uso como bebida alcohólica (Sousa, 2009).

5.8 Espacio de color CIELAB

El espacio de color L^* a^* y b^* , también referido como CIELAB, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usado para evaluar el color de un objeto. Este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos. CIELAB está adaptado también como norma UNE, y en él se definen unas magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores triestímulo y pueden considerarse, una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso (Kupeers, 2002).

Cuando se clasifican los colores, se los puede expresar en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación (vividez). Al crear escalas para estos atributos, podemos expresar en forma precisa el color. El espacio de color L^* a^* y b^* fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. L^* indica la luminosidad, así como a^* y b^* son las coordenadas cromáticas (Kupeers, 2002).

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar estos atributos de color fácilmente. Ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada L^* , a^* y b^* (Kupeers, 2002).

L^* = Luminosidad de color. $L^*=0$ indican negro y $L^*=100$ indica blanca.

a^* = Coordenadas Rojo/Verde ($a^+ 60$ indican rojo y $a^- 60$ indican verde).

b*= Coordenadas Amarillo/azul (+b 60 indican amarillo y -b 60 indican azul).

5.9 Estudios relacionados a la extracción de fenoles totales

El Departamento de Nutrición en Ciencias de la Alimentación de Florida, realizó un estudio del mejor solvente etanol, metanol y agua a diferentes concentraciones de extracción para usar con hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y determinar la eficacia sobre compuestos fenólicos, flavonoides y antioxidantes. Los resultados sobre los compuestos fenólicos demostraron que diferentes concentraciones (50, 70, 80%) del solvente etanol, es mejor que en comparación del extracto metanólico y acuoso. El extracto puro en agua mostró mayor contenido fenólico comparándolo con metanol y etanol puro (Seo *et al.*, 2013).

En la Universidad Nariño de Colombia realizó un estudio sobre la extracción en residuos de semilla y epicarpio en aguacate, para determinar compuestos fenólicos y actividad antioxidante. El estudio presenta la evaluación de dos tipos de solventes. Las muestras de semilla y epicarpio se sometieron por separado a maceración con metanol 80% y acetona 70%. Todos los análisis se realizaron por triplicado y los resultados mostraron que, tanto para el epicarpio como para la semilla, el mejor solvente de extracción fue la acetona 70%, siendo el extracto crudo del epicarpio el que presentó el mayor contenido de Fenoles Totales $606,5 \pm 132,6$ mgAG/g (Rosero *et al.*, 2016).

La asociación de Argentina de Ingenieros Químicos llevó a cabo un estudio sobre una comparación de dos métodos de extracción no convencionales para extraer los compuestos fenólicos a partir de residuos de la industria vitivinícola que fueron extracción aislada por ultrasonido (UAE) y extracción asistida por microondas (MAE). En el cual, se reportó que utilizando agua como disolvente el rendimiento, es considerablemente inferior al obtenido con etanol o metanol, esto puede ser debido a que tanto el metanol como el etanol son sustancias que aumentan la solubilidad del material orgánico con menor polaridad. En las extracciones por UAE con etanol 60 °C durante 40min la

cantidad de polifenoles fue de 10.59 g extracto/ 100 g de muestra, mientras que con metanol fue de 10.46 g extracto/ 100 g con la diferencia de temperatura a 50 °C durante 20min. En comparación en un tiempo de 60 °C durante 60min, siendo la misma en ambos solventes con una cantidad de 8.80 mg ácido gálico/g de muestra. En extracciones por MAE se reportó que la mayor concentración de polifenoles totales se obtuvo utilizando agua como disolvente en un tiempo de 6 min a potencia del 80 %, siendo de 17,19 mg ácido gálico/ g de muestra. El mayor rendimiento de polifenoles obtenido con agua pura puede deberse a que al aumentar el volumen del material vegetal, lo que aumenta es el área de superficie de contacto entre la matriz de la planta y el solvente (Guntero *et al.*, 2016).

En la Universidad Autónoma de Querétaro se llevó a cabo un estudio en la cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos naturales, con solventes polares. Los extractos metanólicos obtenidos mostraron en mayor cantidad de fenoles y flavonoides fue en una sola planta que es la flor de manita (*Chiranthodendron pentadactylon*). Por lo que concluyeron que sería adecuado seguir analizando con más detalle esta planta y sus efectos en relación con el hombre, para el tratamiento de trastornos cardíacos y del sistema nervioso, mismos que podrían deberse al contenido tan elevado de compuestos fenólicos. Los resultados muestran que, todos los extractos contienen compuestos fenólicos en cantidades significativas (García, 2007).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental del trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Calidad de Productos Agropecuarios de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas.

El presente trabajo se realizó con material vegetal de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) procedentes del municipio de Susupango, Estado de Michoacán y aguacate (*Persea Americana* Mill) de Zitácuaro, Estado de Michoacán.

6.1 Recolección de hojas

El material vegetativo se obtuvo de árboles jóvenes y sanos. Las hojas se recolectaron en verano tomando las muestras de la parte central del árbol evitando que estas tuvieran daño mecánico o biológico (Salem *et al.*, 2011; Isaza *et al.*, 2015).

6.2 Lavado de hojas

Las hojas se lavaron en un bote que se cubrió totalmente de agua e hipoclorito de sodio al 1%, dejándolo reposar durante 30 min. Finalmente, se enjuagaron y se dejaron en un espacio a temperatura ambiente, dispersas sobre un cartón (Salem *et al.*, 2011; Isaza *et al.*, 2015).

6.3 Secado de hojas

El material vegetal se colocó sobre las parrillas de la incubadora (Felisa) modelo F313A, a una temperatura de 50 °C, 48h. Finalmente, se colocaron las hojas en un Molino Eléctrico (General Electric) modelo 5XBG00G, con una criba de 20 micras hasta pulverizar perfectamente la planta (Salem *et al.*, 2011; Isaza *et al.*, 2015).

6.4 Preparación de muestra vegetal con solvente

Se utilizaron 50 ml de cada solvente en sus diferentes concentraciones (metanol 100%, etanol 100%, agua 100%, etanol/metanol 50:50, metanol/agua 50:50 y etanol/agua 50:50) con un peso 6.25 g de cada muestra de hojas de aguacate y guayaba. Posteriormente, se colocaron en 36 frascos ámbar para cada muestra y se dejó macerar durante 72 h en un espacio sin entrada de luz. Finalmente, se colocaron las muestras a baño maría (Stable Temp) de Cole-Parmer, a 39 °C durante 30min, se filtraron en Filter Paper Circles 41 (Quantitative 240 mm), después se midieron los mL de solvente en una probeta y posteriormente, se almacenaron en refrigeración (Salem *et al.*, 2011; Isaza *et al.*, 2015).

6.5 Determinación de fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu y Curva de calibración

Se realizó una curva de calibración, donde se pesará en una balanza de laboratorio (Sartorius), carbonato de sodio al 1.5 %, aforando a 10 mL de agua destilada y ácido gálico al 0.1 %, aforando a 25 mL de agua destilada y posteriormente, se llevó al equipo agitador (Vortex Genie 2) 3 min (Salem *et al.*, 2011; Isaza *et al.*, 2015).

En tubos eppendorf se colocó 1 mL de agua destilada con 10 µL de extracto de planta, se agitó cada muestra durante 1 min y finalmente, se tomaron viales limpios donde posteriormente con micropipetas se colocó el siguiente orden:

- ✓ 75µL Reactivo de Folin
- ✓ 120µL muestra colocada en Tubos eppendorf
- ✓ 1005µL agua destilada
- ✓ 300µL carbonato de sodio 0.1%
- ✓ Se dejó reposar las muestras, 2 h

- ✓ Pasando 2 h se colocó cada muestra en un espectrofotómetro GENESYS 10S UV-VIS a 760 nm.

6.6 Determinación de saponinas y fenoles totales por el Método de Salem *et al.* (2011).

Como primer paso se colocaron 2 cajas Petri a peso constante en General Incubador (LUZEREN DPH9082) a 50° C durante 1 h, posteriormente se pesaron y registraron dichos pesos (Pi) para proceder con:

- 1.- En un embudo de separación (KIMAX KIMBLE) con capacidad de 250 mL. Se colocaron 10 mL de acetato de etilo, 10 mL de la muestra y 10 mL agua destilada, agitando durante 1 min y se dejó reposar 30 min., para que se formen 2 fases.
- 2.- En un vaso de precipitado se recuperó la fase inferior que contiene a las saponinas, mientras que la fase superior (fase orgánica), contiene los fenoles totales que colocaron en una de las cajas Petri a peso constante.
- 3.- Nuevamente, se colocó el contenido del vaso de precipitado en el embudo de separación y se agregaron 10 mL de N-butanol. Se agitó 1 min y se dejó 30 min.
- 4.-La fase inferior, es la fase acuosa, que se recuperó en un vaso de precipitado y se midió el volumen. Se recuperó la fase superior (saponinas) en otra caja Petri a peso contante y se dejó secar en la campana de flujo laminar 1 día hasta estar completamente secas.
- 5.-Finalmente, se calculó la concentración de fenoles totales y saponinas, con los pesos finales de cada fase.

6.7 Determinación de pH y Color por el Método de Ramírez *et al.* (2013).

El pH de cada extracto fue determinado en un potenciómetro, Thermo SCIENTIFIC (ORION STAR A215) que se calibró, colocando el electrodo dentro de una disolución buffer de pH=4, pH=7 y pH=10.

Para la determinación de color, se colocaron 25 mL de cada muestra de los extractos en cajas Petri, utilizando el colorímetro (CR-400 de Konica Minolta), donde se llevó a cabo una lectura por duplicado de L*, a*, b*, c* y h.

6.8 Diseño experimental

El experimento fue conducido bajo un diseño bifactorial con 3 repeticiones. En donde el primer factor, es el tipo de solvente (metanol, etanol, agua), y el segundo factor, es la concentración de cada solvente (metanol 100%, etanol 100%, agua 100%, etanol/metanol 50:50, metanol/agua 50:50 y etanol/agua 50:50 V/V). Lo anterior, de manera independiente para cada una de las especies vegetales, guayaba (*Psidium guajava* L.) y aguacate (*Persea Americana* Mill).

Las variables respuesta fueron el contenido de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu, contenido de fenoles por el método de Salem *et al.* (2011), saponinas, pH y color (L*, a*, b*, c* y h).

Al encontrar diferencias significativas en las variables respuesta con respecto a los tratamientos propuestos se realizó una prueba de comparación de DMS al 5%.

Los resultados se analizaron con el estadístico Stat Graphics Plus Versión 5.0.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizados los análisis de laboratorio, se procedió a analizar los resultados para las variables respuesta fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu, fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011), saponinas, pH y color (L^* , a^* , b^* , c^* y h), mediante un ANOVA ($P \leq 0.05$), para especie (1=aguacate, 2=guayaba), concentración (metanol 100%, etanol 100%, agua 100%, etanol/metanol 50:50, metanol/agua 50:50 y etanol/agua 50:50 V/V) y la interacción de cada variable. El ANOVA completo de todas las variables está en el anexo 1.

Al encontrarse diferencias significativas se realizó una comparación de medias de DMS al 5%.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de las medias de los tratamientos para fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu, fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011), saponinas, pH y color (L^* , a^* , b^* , c^* y h).

Cuadro 1: Resultados de las medias de los tratamientos para fenoles por Folin-Ciocalteu, fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011), saponinas, pH y color (L*, a*, b*, c* y h), para especie (1=aguacate, 2=guayaba), concentración (metanol 100%, etanol 100%, agua 100%, etanol/metanol 50:50, metanol/agua 50:50 y etanol/agua 50:50 V/V) y la interacción.

	Fenoles Folin- Ciocalteu (mg GAE g ⁻¹)	Fenoles por el Método de Salem (mg g ⁻¹)	Saponinas (mg g ⁻¹)	pH	a*	b*	c*	h	L*
	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS	X±DS
Variable									
Especie									
1 Aguacate	43.92±12.8a	122.72±55.11b	93.52±37.42a	6.27±0.47b	2.23±2.11b	2.09±2.32a	3.10±3.13a	37.59±11.15a	31.38±1.62a
2 Guayaba	49.56±23.0b	122.63±31.42a	99.88±38.05b	5.72±0.51a	1.76±1.30a	3.14±2.41b	3.62±2.68b	59.77±12.15b	32.51±2.59b
Concentración									
1 Metanol	41.61±1.41c	160.05±42.73e	98.45±32.83c	6.38±0.29b	0.53±0.17a	0.83±0.47b	1.07±0.29b	52.88±23.16c	30.38±0.17a
2 Etanol	24.63±1.23a	122.10±11.83d	115.50±4.86d	5.90±0.78a	0.77±0.06a	0.62±0.10a	0.98±0.10a	37.40±2.84a	32.35±2.56c
3 Agua	44.65±2.41c	83.83±0.38a	58.48±0.49a	5.15±0.39a	4.05±1.88d	4.77±1.32d	6.32±2.25d	50.08±6.19c	32.20±1.70c
4Metanol/etanol	35.21±8.42 b	171.15±11.57f	62.70±6.32b	6.23±0.44b	0.62±0.15a	0.83±0.79b	1.12±0.51b	45.93±35.49b	31.20±0.20b
5 Metanol/agua	72.53±14.31e	96.35±10.58b	150.91±4.41e	6.35±0.13b	3.93±0.37c	5.33±2.34e	6.78±2.93d	51.03±15.56c	34.12±1.77d
6 Etanol/agua	61.81±20.64d	102.58±32.41c	94.16±2.40c	5.95±0.21a	2.05±0.54b	3.33±2.07c	3.90±1.96c	54.75±10.81c	31.42±1.86b
Especie por Concentración									
1,1 Metanol	42.60±4.56b	190.26±57.17g	75.23±25.18c	6.60±0.00e	0.67±0.12c	0.50±0.10b	0.87±0.06a	36.50±11.70b	30.27±0.25a
1,2 Etanol	23.76±4.27a	130.46±28.69d	118.93±6.21e	6.43±0.06d	0.73±0.06c	0.53±0.12b	0.90±0.00a	35.37±10.90b	30.53±0.15a
1,3 Agua	46.36±5.90b	84.10±1.71b	58.83±3.81a	5.43±0.64b	5.40±2.17h	5.70±2.86g	7.90±3.57f	45.70±5.03c	33.43±2.11d
1,4 M/E	41.16±6.31b	162.96±2.92e	58.23±7.08a	6.57±0.12d	0.73±0.06c	0.27±0.06a	0.77±0.06a	20.83±4.48a	31.07±0.25b
1,5 M/A	62.43±6.21c	88.86±3.75b	154.03±10.61f	6.47±0.06d	4.17±1.17g	3.70±1.15e	5.63±1.50e	40.03±2.61c	32.87±0.96c
1,6 E/A	47.23±8.92b	79.66±44.60a	95.86±20.18d	6.10±0.10c	1.67±0.38d	1.87±0.68d	2.53±0.70c	47.10±8.71c	30.10±1.35a
2,1 Metanol	40.63±2.14b	129.83±19.95d	121.66±57.49e	6.17±0.06c	0.40±0.17a	1.17±0.25d	1.27±0.15b	69.27±11.23e	30.50±0.35a
2,2 Etanol	25.50±0.44a	113.73±8.18c	112.06±8.15e	5.37±0.29b	0.80±0.10c	0.70±0.10c	1.07±0.06b	39.43±7.56b	34.17±4.79e
2,3 Agua	42.93±6.00b	83.56±2.04b	58.13±5.22a	4.87±0.15a	2.70±0.62e	3.83±1.27e	4.73±1.33d	54.47±2.18d	30.97±2.25a
2,4 M/E	29.26±2.93a	179.33±6.05f	67.16±13.31b	5.90±0.00b	0.50±0.10b	1.40±0.35d	1.47±0.29b	71.03±6.25f	31.33±0.50b
2,5 M/A	82.63±1.58e	103.83±3.57c	147.80±2.95f	6.23±0.6c	3.70±0.17f	6.97±0.91h	7.93±0.70f	62.03±4.27e	35.37±0.60f
2,6 E/A	76.40±6.56d	125.50±4.56d	92.46±6.47d	5.80±0.00b	2.43±0.12e	4.80±0.30f	5.27±0.15e	62.40±1.20e	32.73±0.21c

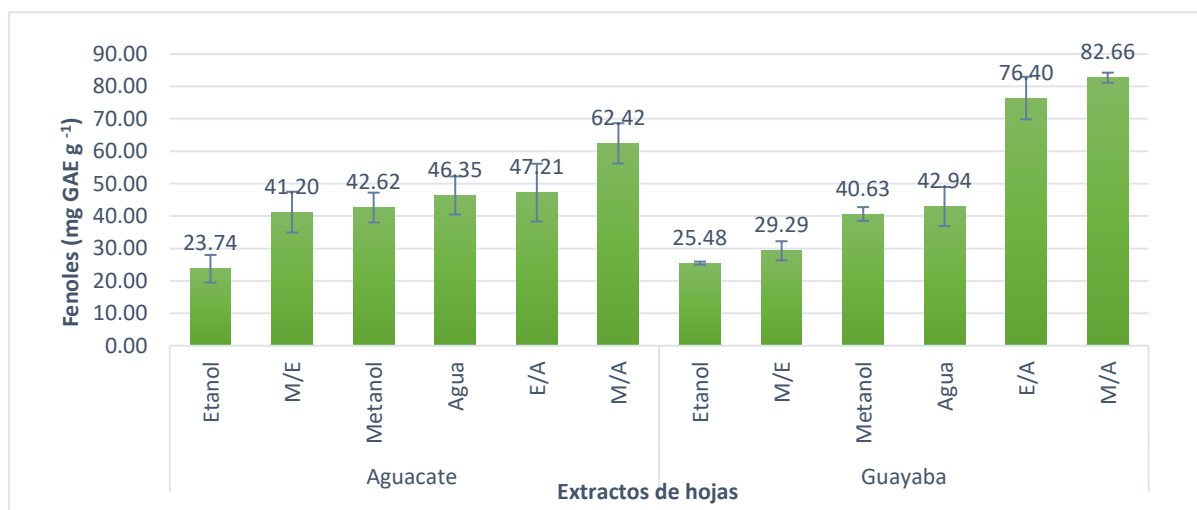
Las letras a, b, c, d, e y f =en las columnas indican que no hay diferencias significativas entre medias ($P \leq 0.5$). \bar{X} = Media. DS= Desviación estándar.

7.1 Cuantificación de fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu

Los resultados de las medias de fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu para esta investigación se encuentran en un rango que va de 43.92 a 49.56 mg GAE g⁻¹.

Lailya *et al.*, 2015 realizaron un estudio en extractos de hoja de guayaba para evaluar el potencial y mejorar el sistema inmunológico de pacientes con dengue, con diferentes solventes, de los cuales los principales fueron agua y etanol al 96%, usaron temperaturas y tiempos diferentes (20 min y 6 h), para la extracción de compuestos fenólicos. El resultado fue que, a mayor tiempo para extraer, mayor será el contenido fenólico y ambos solventes no hubo diferencias estadísticas, ya que tuvieron un valor de 101.20 GAE/g con un tiempo de 20 min en agua y 101.93 GAE/g con 6 h en etanol. Lo que es mayor al valor obtenido en la presente investigación para todos los tratamientos.

Como se muestra en la Gráfica 1, el mejor extracto por obtener el valor más alto en hojas de guayaba fue el M/A 50:50 V/V con un valor de 82.63 mg GAE⁻¹, la misma combinación fue la mejor para aguacate y se obtuvo un valor de 62.43 mg GAE⁻¹. Cabe mencionar que el orden para ambas especies vegetales de menor a mayor concentración fue Etanol, M/E, Metanol, Agua, E/A y M/A.



Gráfica 1. Compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos.

El metanol es un tipo de alcohol no bebible, es un líquido incoloro, volátil, inflamable y a diferencia del etanol es tóxico para el consumo humano. No obstante, el metanol se produce en muchos seres vivos de forma natural y en cantidades pequeñas, como parte de sus procesos metabólicos (Curcio, 2011).

El metanol es un buen solvente de sustancias polares y se evapora a 20 °C, es de más baja polaridad que el etanol y al momento de la extracción se pegan a él, sustancias de baja polaridad, en el caso contrario del etanol de mediana polaridad y del agua con alta polaridad (Curcio, 2011).

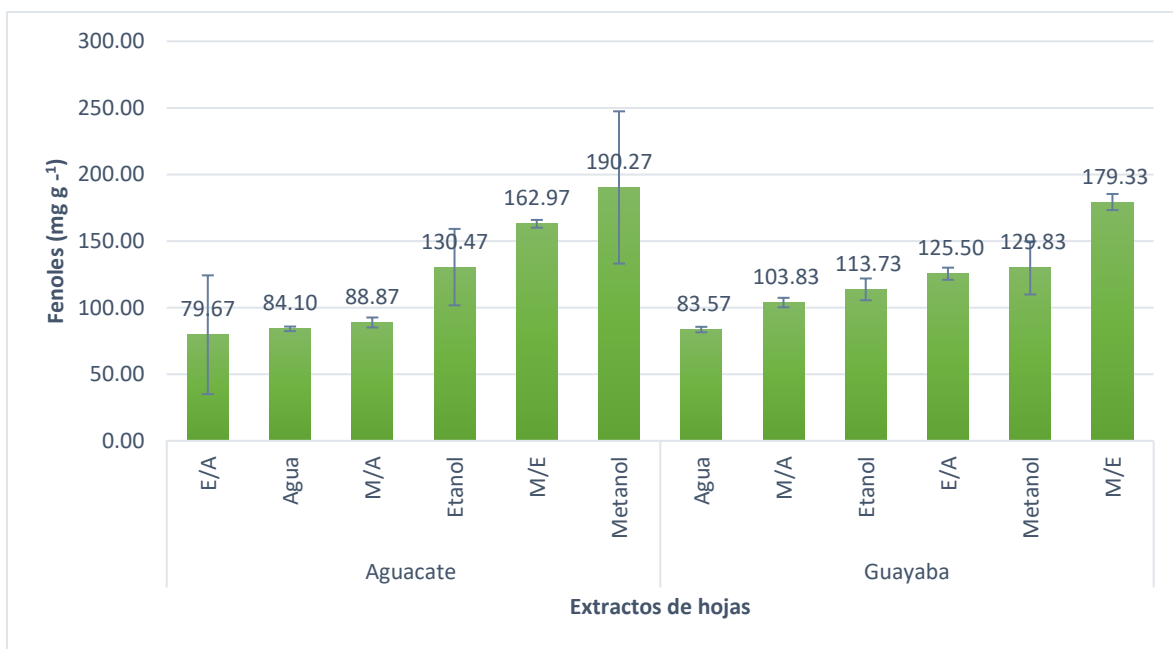
La determinación de compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu parte del principio de que es una equivalencia con el ácido gálico, mismo que ya se ha demostrado que tiene propiedades antioxidantes, aunado a lo anterior y a pesar de que como indico la Gráfica 1, la mejor combinación fue con M/A. Es sabido que el metanol es un solvente tóxico y no de grado alimenticio, por lo que se concluye que la mejor combinación fue E/A, con la finalidad de poder proponerlo a estudios posteriores, que encaminen su uso dentro de la industria de alimentos, producción animal, o incluso, la farmacéutica.

7.2 Cuantificación de fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011)

Los resultados de las medias para fenoles por medio del Método de Salem *et al.* (2011), en esta investigación se encuentran en un rango de 122.63 a 122.72 mg g⁻¹.

Seo *et al.*, 2013 realizaron un estudio para determinar el mejor solvente metanol, agua, etanol y sus diferentes concentraciones (50-70%), para extraer compuestos fenólicos e indicaron en su experimento, que las concentraciones al 50 y 70% son de menor valor y que el mejor extracto fue acuoso en comparación de metanol y etanol puro el valor encontrado por ellos fue 148 mg/g. Lo que es mayor al valor obtenido en la presente investigación.

Los datos presentados en la Gráfica 2 demuestran que la mayor cantidad de fenoles se extrajo con metanol al 100% en hojas de aguacate con un valor de 190.27 mg/g⁻¹. Así como, en hojas guayaba el valor más bajo fue de 179.33 mg/g⁻¹ con M/E 50:50 V/V como solvente.



Gráfica 2. Compuestos fenólicos por el Método de Salem et al. (2011) para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos.

En la búsqueda de compuestos bioactivos en las plantas, las hojas son un producto promisorio, ya que contienen compuestos fenólicos de interés terapéutico. La extracción de estos metabolitos depende en gran medida del disolvente que se utilice. Sin embargo, para un fin terapéutico o alimenticio, se utilizan solo mezclas de E/A. Como se ve en la Gráfica 2 lo cual corrobora, la mejor extracción fue obtenida con metanol o con la mezcla de M/E, en este caso, fue solo para saber que el mayor contenido de fenoles totales en un extracto vegetal, se extraen con este tipo de solventes (Guntero et al., 2016).

En relación con el tipo de solvente, el grupo hidroxilo confiere polaridad a la molécula y la posibilidad de formar enlaces de hidrógeno. La parte carbonada es apolar y resulta hidrófoba. Cuanto mayor es la longitud del alcohol, su solubilidad en agua disminuye al aumentarse la cadena

hidrocarbonada y aumenta en solventes poco polares, de hecho, la cadena del etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) es más larga que la de metanol (CH_3OH) lo cual, hace que lo mencionado se presente (Guntero *et al.*, 2016).

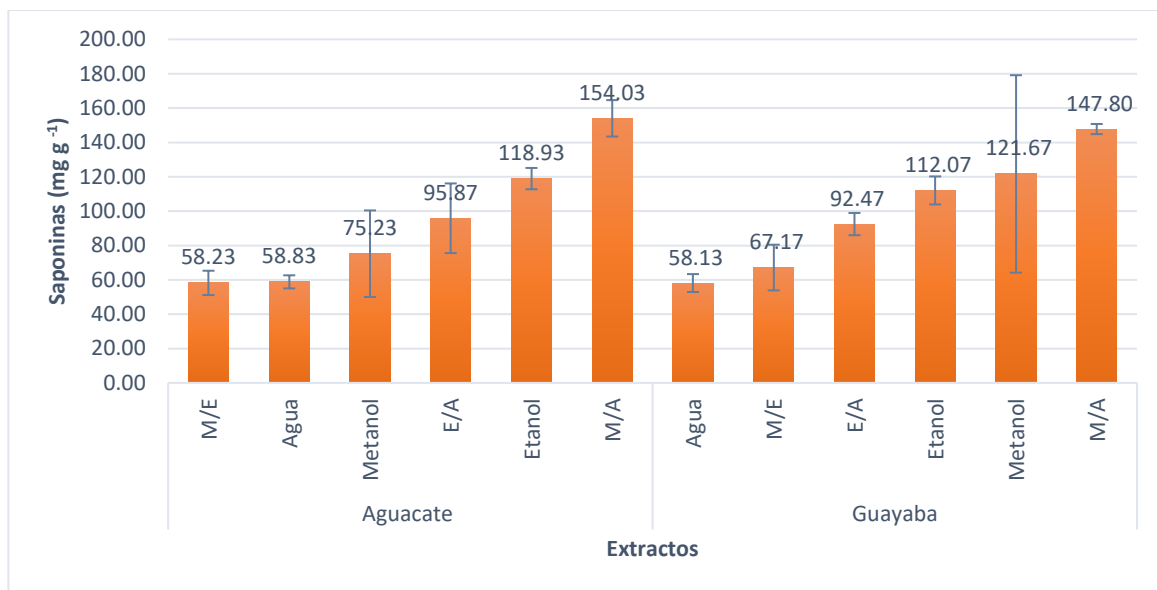
Finalmente, vale la pena recordar que la capacidad de extraer de los fenoles totales depende del tipo de disolvente como ya se dijo, pero también de la naturaleza y preparación del material a extraer, estructura química de los compuestos fenólicos, temperatura, tiempo de extracción, relación sólido líquido, método de extracción y la posible presencia de sustancias de interferencia (Bucić-Kojić *et al.*, 2011).

7.3 Cuantificación de saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011)

Los resultados de las medias de saponinas por medio del Método de Salem *et al.* (2011), en esta investigación se encuentran en un rango de 93.52 a 99.88 mg/g^{-1} .

García., 2010 determinó la presencia de saponinas en extractos preparados a partir de residuos de *A. Lechuguilla* y frutos de *Y. Filifera*. La presencia de estos compuestos se confirma que, mediante HPLC y ensayos de hemólisis, y se determinó su concentración de manera indirecta. Las mayores concentraciones se registraron en extractos preparados a partir de material vegetal fresco (254.65 y 279.78 g/L) de *A. lechuguilla* y *Y. filifera* en los cuales se utilizó la mezcla de etanol y agua (83.44, 100.67 y 133.14 g/L). El valor encontrado por ellos es mayor al experimento realizado.

En la gráfica 3, se observa que la concentración de saponinas para ambas especies vegetales, fue mejor extraída con la combinación metanol/agua ya que se observa un valor de 154.03 mg g^{-1} en aguacate y 147.80 mg g^{-1} . Lo cual, hace notar que fue ligeramente mayor en el primero. Para ambos casos las menores extracciones se obtuvieron con agua y con la combinación metanol/etanol.

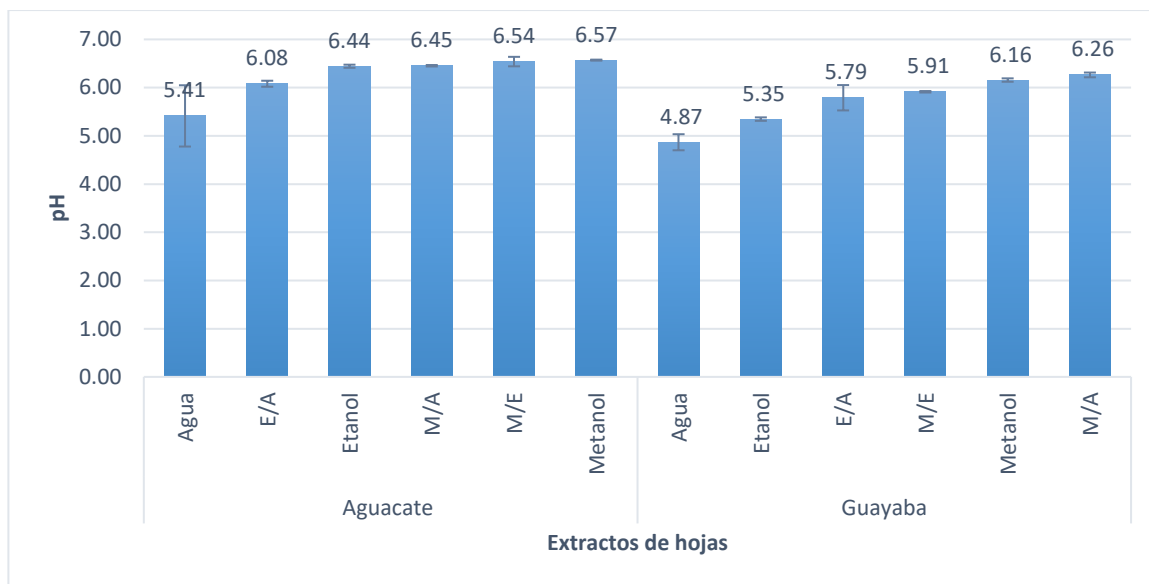


Gráfica 3. Concentración de saponinas por el Método de Salem et al. (2011) para aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos.

En términos generales, las saponinas son glucósidos hidrosolubles con amplia actividad biológica y farmacológica, destacándose su efecto insecticida, antiprotozoaria, antiinflamatorio, antibroncolítico e hipocolesterolémico, entre otros. No obstante, es necesario realizar evaluaciones biológicas específicamente de aguacate y guayaba, en particular, la composición de saponinas, ya que con este estudio, solo se conoce la cantidad en los compuestos (Hernández et al., 2016).

7.4 Determinación de pH

Se observa en la Gráfica 4, que los valores de pH en los extractos de hojas de aguacate y guayaba en las diferentes concentraciones, el solvente metanol se aproximó a la neutralidad, mientras que los demás, se observaron dentro de un rango de acidez principalmente, en acuosos y lo cual, se surgió que debió al tipo de planta, como al tipo de solvente. Los valores 5.41 a 6.57 se registraron en los extractos de hojas de aguacate y de 4.87 hasta 6.26 los de hojas de guayaba. Lo que en general, indicó que son ligeramente ácidos los extractos de guayaba.



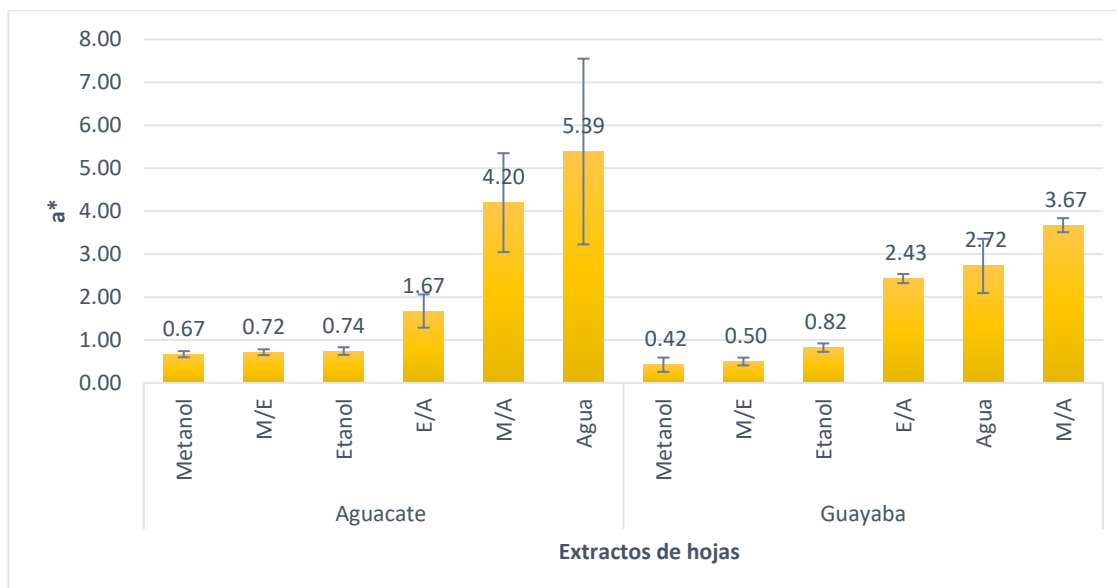
Gráfica 4. Determinación de pH para aguacate y guayaba, en los diferentes extractos.

Cabe resaltar que Pérez *et al.* 2006, indicaron que los extractos tanto acuosos como alcohólicos son más estables a valores de pH de 6.5 a 7.0. Los solventes dieron ese valor o cercano a él, en las dos especies vegetales fue el metanol y sus combinaciones de M/A y M/E.

7.5 Determinación de color para los componentes (L^* , a^* , b^* , c^* y h)

7.5.1 Determinación de a^*

En la Gráfica 5, puede verse en el componente a^* de color las diferentes concentraciones de dicha variable para los extractos de hojas de aguacate y guayaba. Los valores encontrados fueron de 0.67 a 5.39 para aguacate y 0.42 a 3.67 en guayaba.



Gráfica 5. Color en su componente a^* para los extractos de hojas de aguacate y guayaba.

El color es una respuesta mental al estímulo producido en la retina por una radiación luminosa visible. El estímulo cromático está caracterizado por la colorimetría triestímulo, el tono, la luminosidad y la saturación. El tono o matiz, se refiere a aquella característica que permite clasificar al color como rojo, amarillo, verde o azul y es por tanto, un atributo cualitativo de color (González, 2010).

En el caso de a^* es una coordenada cromática que va de $+a^*$ (positivo) que indica rojo y hasta, $-a^*$ (negativo) que indica verde. Los valores máximos para obtener son 60 positivo, pasando por 0, hasta 60 negativo, que sería verde (González, 2010).

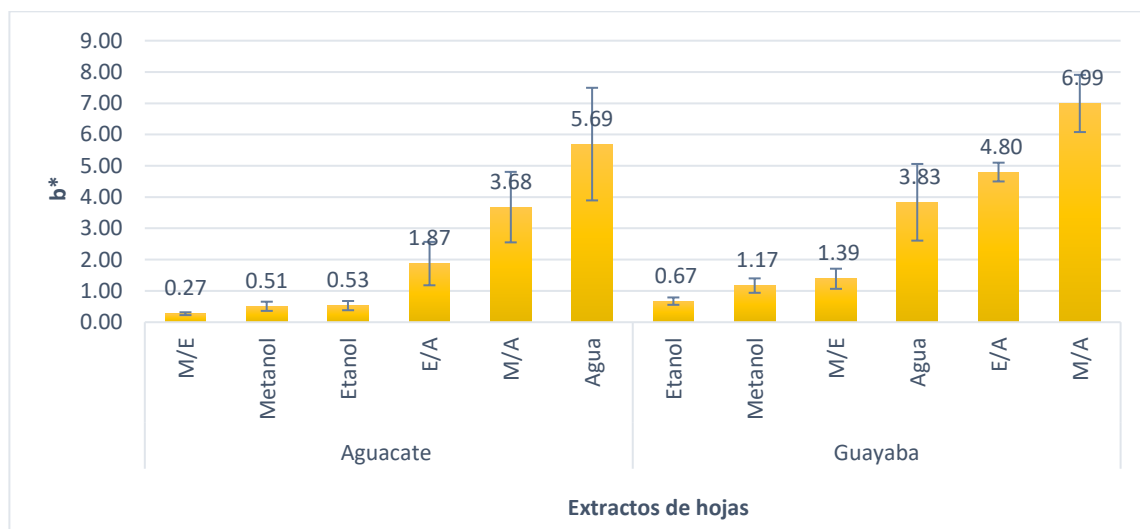
Como era de esperarse, debido a que ambas especies vegetales son verdes y en especial estas, presentaron tonalidades muy oscuras, los extractos estuvieron cercanos 0. Desde 0.67 en verde hasta 5.40 en rojo.

Igual que en el caso de saponinas y fenoles, a^* , depende de la variedad de la planta, condiciones de cultivo, época del año y método de recolección. Además del método de extracción y condiciones de almacenamiento hasta su uso.

Finalmente, solo queda mencionar que el uso de estos extractos depende del alimento, al cual será añadido, ya que debido al color que presente el extracto podría modificar las características ideales del alimento.

7.5.2 Determinación de b^*

En la Gráfica 6, puede verse en su componente b^* las diferentes concentraciones para aguacate y guayaba. Iniciando con valores 0.27 a 5.69 para aguacate y 0.67 a 6.99 en guayaba.



Gráfica 6. Color en su componente b^* para extractos de hojas de aguacate y guayaba.

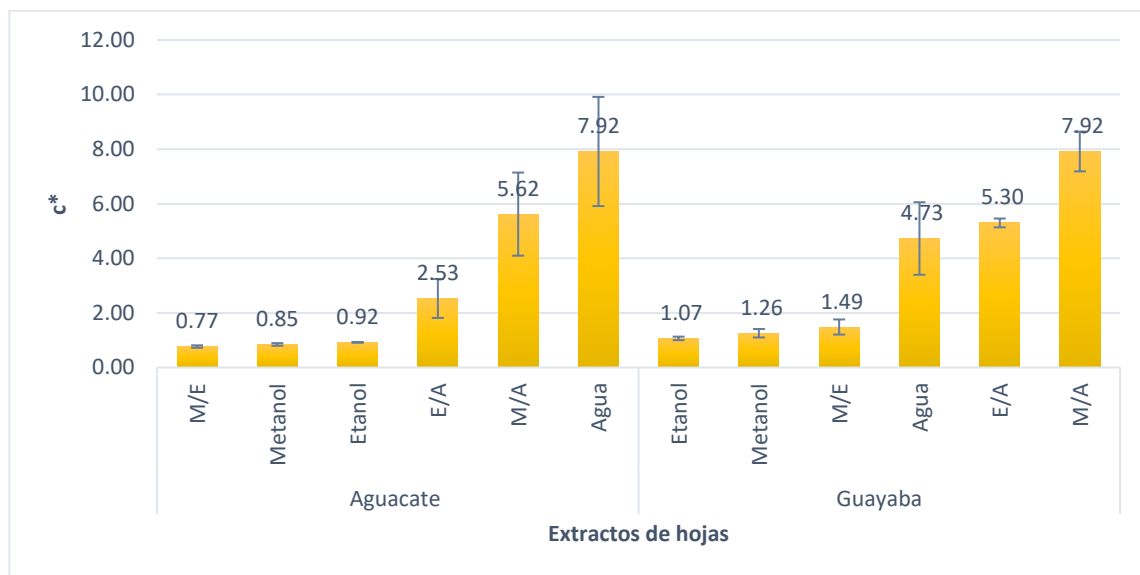
Para el caso de b^* es una coordenada cromática que va de $+b^*$ (positivo), que indica amarillo y de $-b^*$ (negativo) que indica el azul. De igual forma que a^* y b^* pueden tener valores de 60 hasta -60 (Boscarol, 2007).

Como ya se indicó, ambas especies vegetales presentaron colores verdes y tonalidades muy oscuras y estuvieron con valores cercanos a 0 de 0.27 hasta 6.99, que a pesar de ser positivos al tender a 0 son muy oscuros.

Al igual que en el caso de a^* , el uso de este extracto en relación con la variable b^* , dependerá del efecto que pueda darle este color al alimento donde se desee aplicar.

7.5.3 Determinación de c^*

En la Gráfica 7, puede verse en su componente c^* las diferentes concentraciones para aguacate y guayaba. Iniciando con valores 0.85 a 7.92 para aguacate y 1.07 a 7.92 en guayaba.



Gráfica 7. Color en su componente c^* para extractos de hojas de aguacate y guayaba.

La saturación o pureza, descritas por los valores c^* (croma) y h (tono o hue), describen el grado o la intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro del espectro. Lo cual, describe la reflexión o transmisión de una determinada longitud de onda y es considerado el atributo cuantitativo de la cromacidad (Boscarol, 2007).

El croma va de 0 a 100 y el hue (h) de 0 a 360°. El valor de h es el ángulo del tono y se expresa en grados.

Directamente los valores de c^* y h pueden obtenerse de a^* y b^* , de la siguiente manera:

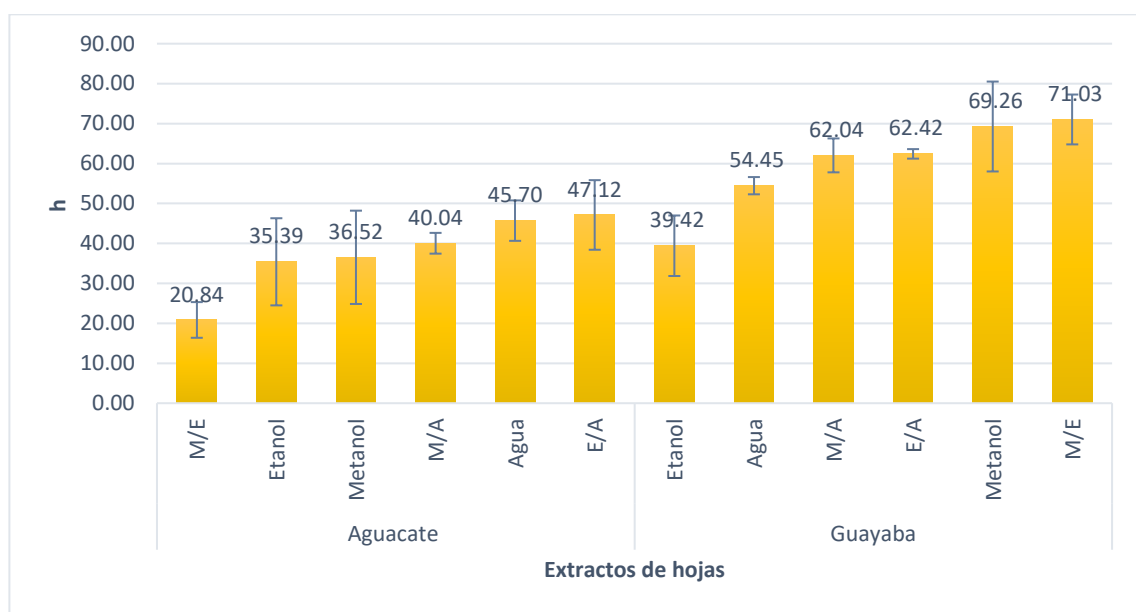
$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \text{ (Boscarol, 2007).}$$

El rango de los valores c^* en esta investigación como ya se indicó fue de 0.77 a 7.93, como ya se vió 0, es poco intenso y 100 es muy intenso. El rango de los valores obtenidos para los 12 extractos indicó que en general, estos fueron poco intensos.

7.5.4 Determinación de h

En la Gráfica 8, puede verse en su componente h las diferentes concentraciones para aguacate y guayaba. Iniciando con valores 20.84 a 47.12 para aguacate y 39.42 a 71.03 en guayaba.



Gráfica 8. Color en su componente h para extractos de hojas de aguacate y guayaba.

Para el caso de h (hue), el rango de los valores obtenidos en esta investigación para los 12 extractos fue de 20.84 a 71.03. Lo cual, de acuerdo con la siguiente clasificación que en general el aguacate va de rosa a rojo y la guayaba de naranja a amarillo.

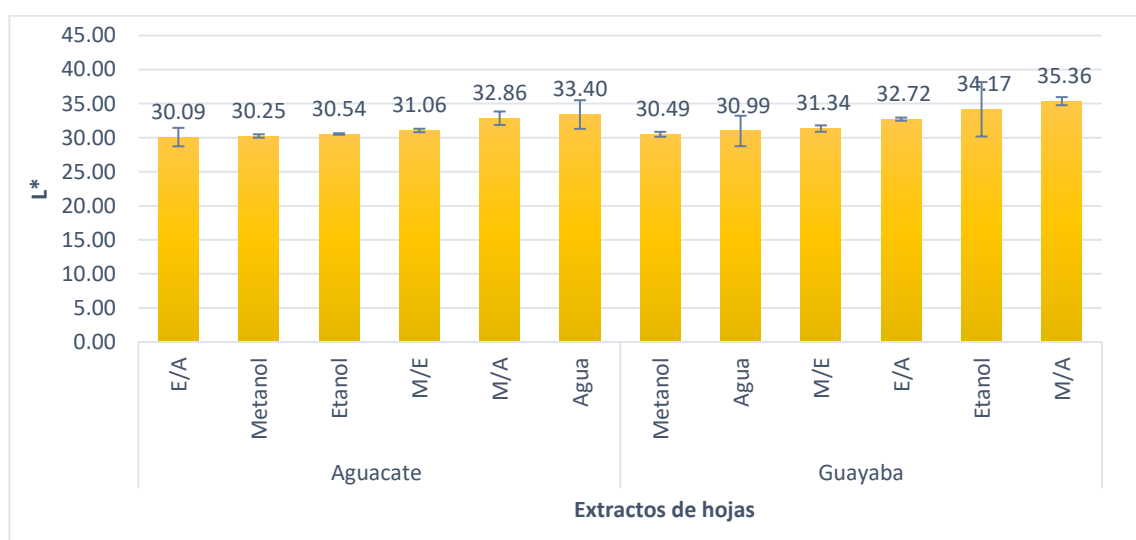
En la Tabla 2 se muestran los valores de tonalidad correspondientes a los distintos ángulos de matiz o tono en los extractos de hojas de guayaba y aguacate.

Color	Grados	Interacción
Rosa	0	1,4
Rojo	45	1,2; 1,1; 2,2; 1,5
Naranja/amarillo	90	1,3; 1,6; 2,3; 2,5; 2,6; 2,1; 2,4
Amarillo/ verde	135	
Verde	180	
Azul claro	225	
Azul rey	270	
Morado	315	

Tabla 2. Valores correspondientes a los ángulos de matiz o tono (Boscarol, 2007).

7.5.5 Determinación de L*

En la Gráfica 9, puede verse en su componente L* las diferentes concentraciones para aguacate y guayaba. Iniciando con valores 30.09 a 33.40 para aguacate y 30.49 a 35.36 en guayaba.



Gráfica 9. Color en su componente a* para extractos de hojas de aguacate y guayaba.

La luminosidad o brillo L*, permite clasificar el color como claro oscuro, que se define como la característica de una sensación que la hace equivalente a la producida por algún elemento de la escala de grises. La cual, va desde el blanco (máxima luminosidad, igual a 100) hasta el negro (mínima luminosidad, igual a 0) haciendo un elemento más claro u oscuro. Esta característica es

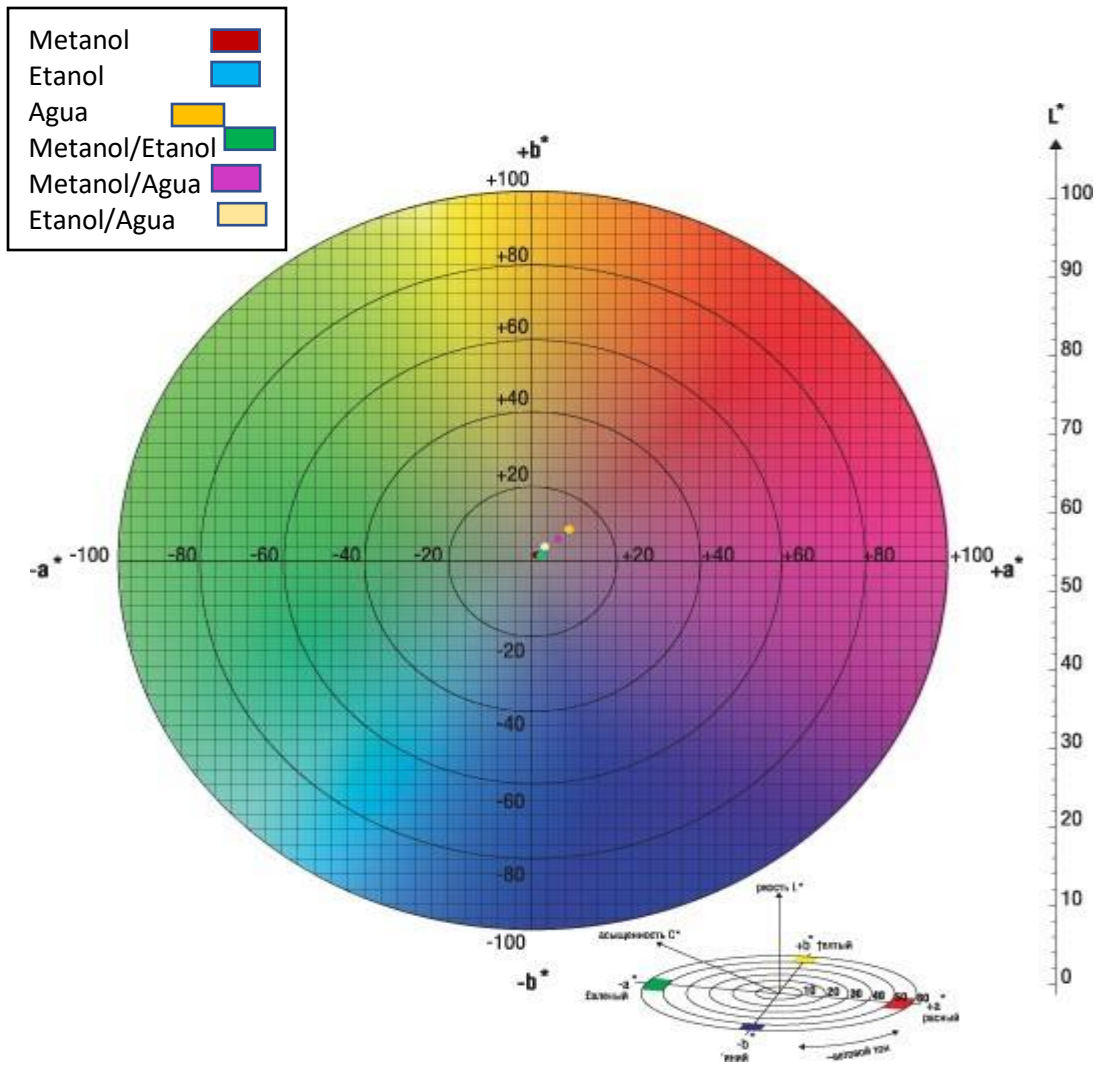
una medida relativa de la luz reflejada frente a la absorbida, por lo tanto, no se considera participe de la cromaticidad (González, 2010).

Para el caso de esta investigación como ya se indicó los valores de L^* indicaron que se encontraron en un rango entre 30.10 y 35.37. Lo que indicó que en los extractos se encontraron cercanos al valor intermedio que es de 50, aunque ligeramente opacos.

Nuevamente, se sugiere tomar en cuenta este valor al usar el extracto en un alimento dependiendo que tan opaco o luminoso se requiera, ya que los presentes extractos se proponer a ser estudiados para uso en alimentos.

7.6 Círculo cromático de CIELAB

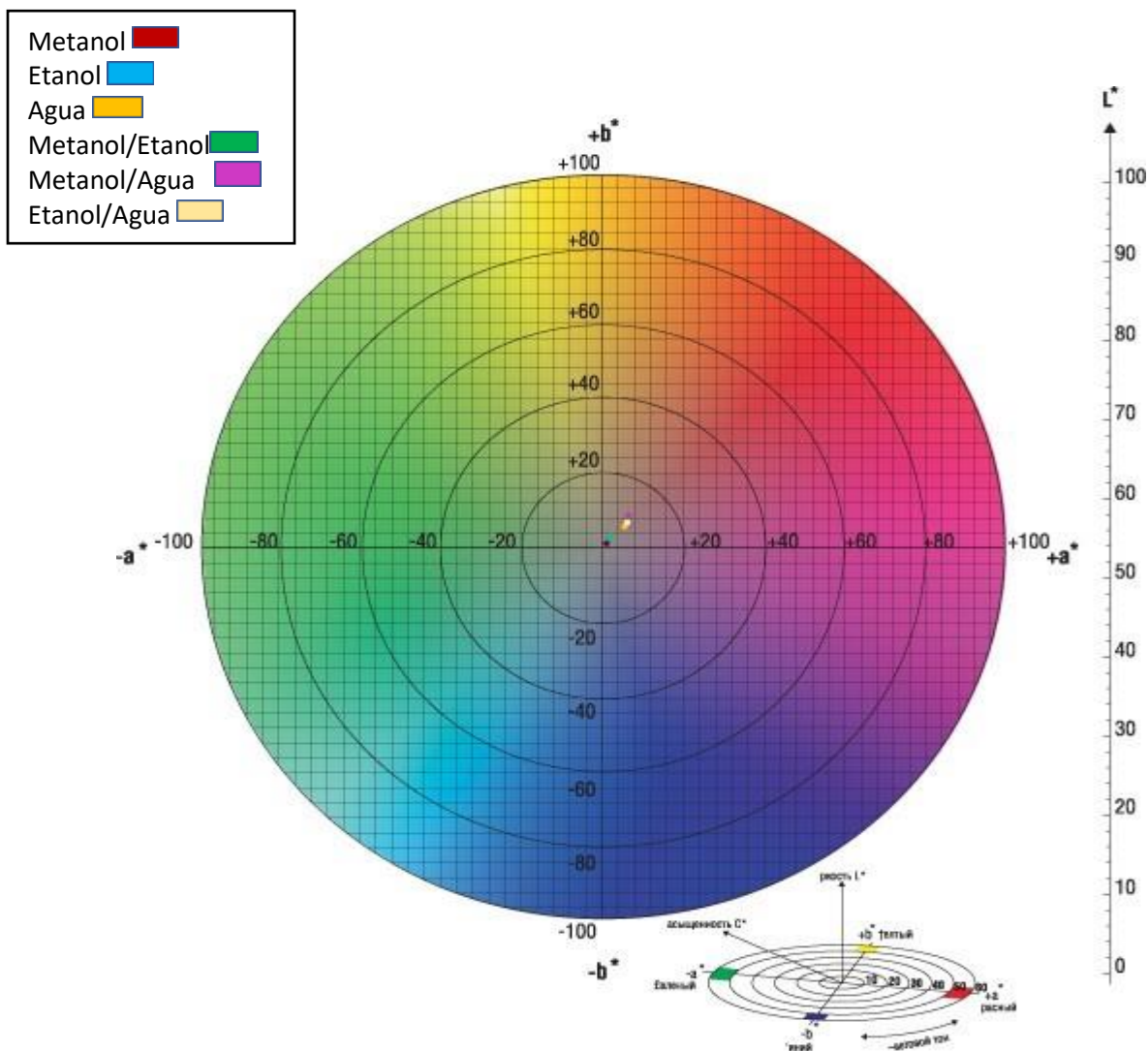
En el círculo cromático se ubican los 6 puntos que representan a las combinaciones de color para los extractos de las hojas de aguacate y guayaba, por medio de los diferentes extractos.



Gráfica 10. Círculo cromático, para presentar las combinaciones de los diferentes extractos de aguacate.

Fuente: Kupeers, 2002

En la Gráfica 10, se observan las coordenadas de color de los componentes a^* y b^* de los extractos de aguacate. El punto rojo indica la concentración de metanol con valor de 0.66 en a^* y 0.5 en b^* esta cercanos a 0 que dan tonalidades verdes, los valores máximos son de 4.16 a 5.7 acercandose a tonos rojos. Al igual que en los otros puntos, se muestran las diferentes combinaciones de acuerdo al tipo de solvente.



Gráfica 11. Círculo cromático, para presentar las combinaciones de los diferentes extractos de guayaba.

Fuente: Kupeers, 2002

En la Gráfica 11, se observan las coordenadas de color en los extractos de hojas de guayaba de los componentes a^* y b^* . Como puede notarse los puntos en general son valores bajos que van de 0.4 a 6.96, por consiguiente tienden a ser de tonalidades oscuras y opacas a pesar de ser positivos. Cada punto señalado con los diferentes colores indican el tipo de solvente utilizado.

VIII. CONCLUSIONES

Se determinó el contenido de fenoles totales de los extractos de hojas de guayaba y aguacate mediante métodos de referencia espectrofotométricos. Cada extracto se evaluó a concentraciones de (metanol 100%, etanol 100%, agua 100%, etanol/metanol 50:50, metanol/agua 50:50 y etanol/agua 50:50 V/V). Los resultados obtenidos mostraron que el contenido de fenoles totales se incrementa de acuerdo con el tipo de solvente y planta.

Los extractos revelaron que la mayor concentración de fenoles totales fue mediante el método de Folin-Ciocalteu, se encontró en hojas de guayaba en una solución hidroalcohólica de Metanol/Agua obteniendo un valor de 76.4 mg GAE g⁻¹. Sin embargo, el tipo de solvente no es apto para alimentos.

La segunda determinación de compuestos fenólicos por medio del método de Salem *et al.* (2011), la mayor concentración fue en extractos de hojas de aguacate en una solución hidroalcohólica de metanol al 100% dando un valor de 190.267 mg g⁻¹.

Por otro lado, en la evaluación de saponinas se encontró que la mayor concentración se obtiene con los solventes Metanol/Agua en hojas aguacate con el valor de 154.03 mg g⁻¹.

Los valores de pH para ambos extractos varían de acuerdo con el tipo de solvente y especie vegetal como se mencionó anteriormente, el valor más bajo se encontró en extractos acuosos y las demás combinaciones están cercanos a la neutralidad.

Finalmente, la determinación de color por medio del círculo cromático de CIELAB, indicó que los valores a pesar de ser positivos son bajos por lo cual son tonos oscuros que van de rojos a verdes.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez E. 2010. Guía técnica de cultivo de aguacate del Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal Recuperado en Sitio web: <https://es.scri.com/document/346701164/GUIA-CULTIVO-GUAYABA-pdf> Consultado: 10 de junio 2018.
- APROAM 2005. Características de la región aguacatera de Michoacán de la Asociación local de productores de aguacate de Uruapan Recuperado en Sitio web: <http://www.aproam.com> Consultado: 6 de mayo 2018.
- Boscarol M. 2007. El espacio de color $L^* a^* b^*$ de La administración de o gestión del color Recuperado en Sitio web: http://gusgsm.com/espacio_color_lch Consultado: 20 de septiembre 2018.
- Bruneton J. 2001. Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales. 2ª Edición. Acribia. España. 1120 p.
- Bucić-Kojić A., Planinić M., Srećko T., Jokić S., Mujić I., Bilić M y Velić D. 2011. Effect of Extraction Conditions on the Extractability of Phenolic Compounds from Lyophilised Fig Fruits (*Ficus Carica* L.). Revista Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 195-199 p.
- Callejas T. 2002. Tesis de maestría. Obtención de extractos de plantas en medios ácidos y/o alcohólicos para aplicaciones medicinales y alimenticias. Marzo. Universidad Nacional de Colombia. 44 p.
- Castillo R. 2016. Nuevas especies de Guayaba en México. El Universal. 5-10 p.
- Carrión A. 2010. Tesis de licenciatura. Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. Abril. Universidad Cuenca-Ecuador. 150 p.

- Cortés C., Cázares A y Yahuaca B. 2015. Propiedades fisicoquímicas de cinco variedades de guayaba, adaptadas a la región productora de Zitácuaro Michoacán. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2: 423-427 p.
- Curcio H., Muller C y Podepiora C. 2011. Obtención de metanol y sus propiedades de la Universidad Tecnológica Nacional (En línea) Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos_fisicoquimicos/Obtencion_de_Metanol.pdf Consultado: 15 de Abril 2018.
- García C. 2010. Tesis de maestría. Extracción, cuantificación y aislamiento de saponinas a partir de *Agave lechuguilla* y *Yucca filifera*. Enero. Universidad Autónoma Chapingo. 66 p.
- García E., Fernández I y Fuentes A. 2012. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu de Universidad Politécnica de Valencia (En línea) Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Martínez%20et%20al.pdf?sequence=1> Consultado: 09 de Marzo 2018.
- García I. 2017. Liderazgo de México en la producción y exportación de aguacate. El economista. 6-12 p.
- García M. 2007. Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos naturales. Universidad Autónoma de Querétaro (En línea) Disponible en: https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56_1UAQGarciaNava.pdf Consultado: 20 de marzo 2018.
- González A. 2014. Tesis de maestría. Obtención de aceites esenciales y extractos etanólicos de plantas del amazonas. Abril. Universidad Nacional de Colombia. 100 p.

- González I. 2010. Tesis de maestría. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). Julio. Universidad Nacional de Colombia. 84 p.
- Guntero V., Longo M y Ciparicci S. 2016. Comparación de métodos de extracción de polifenoles a partir de residuos de la industria vitivinícola de Asociación Argentina de ingenieros químicos del centro de seguridad de los procesos químicos (En línea) Disponible en:
http://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/06_029/papers/05c/05c_1775_727.pdf
Consultado: 8 de Abril 2018.
- Henao G. J y Márquez L. Z. 2018. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, Colombia. S.p.
- Hernández R., Lugo E., Díaz L y Villanueva S. 2016. Extracción y cuantificación indirecta de las saponinas. Revista de e-Gn. 20 (2): 1-18 p.
- Isaza J., Veloza L., Guevara D y Díaz A. 2015. A spectrometric approach to the phenol totals in species of melastomataceae family. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. 80 p.
- InfoAgro. 2014. El cultivo del aguacate de Fruticultura Subtropical (En línea) Disponible en:
<http://infoagro.com/> Consultado: 14 de febrero 2018.
- Kaur C y Kapoor H. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-The millennium's health. International Journal of Food Science and Technology.36:703–725 p.
- Kupeers H. 2002. Atlas de los colores (En línea) Disponible en:
https://www.unirioja.es/cu/fede/color_de_vino/capitulo01.pdf Consultado: 15 de mayo 2018.

- Lailya N., Windya R., Sukartua L y Devi R. 2015. The Potency of Guava *Psidium guajava* L. Leaves as a Functional Immunostimulatory Ingredient. ScienceDirect. pp. 301-307.
- López R. 2004. Guayaba (*Psidium guajava* L.) su cultivo en el oriente de Zitácuaro. Centro de investigaciones del pacifico centro. Publicación de INIFAP 1-49 p.
- Macía E y Monesterolo V. 2008. Evaluación de los procesos de extracción y purificación de Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química (En línea) Disponible en:http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytal_frm/CyTAL_2008/Trabajos%20y%20Prologo/versión%20correlativa%20PDF/TFA017%20Evaluación%20del%20proceso%20de%20extracción%20y%20purificación%20-%20Actas.pdf Consultado: 05 en julio 2018.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 2000. El cultivo del aguacate en Guatemala. Manual del proyecto de la fruticultura y agroindustria. Guatemala. 6-24 p.
- Moral L y Murillo B. 2016. Producción y precio del aguacate en México. Revista de economía regional y sectorial. 8: 1-7 p.
- Pardo J. 2002. Patentabilidad de los extractos vegetales de la UAEM (En línea) Disponible en:http://www.ub.edu/centrepatents/pdf/doc_dilluns_CP/pardo_patentesextractosplantas.pdf Consultado: 20 de marzo 2018.
- Pérez T., Carvajal C., Torres M., Martin M y Piña D. 2006. Actividad proteolítica de extractos enzimáticos obtenidos de plantas. Revista Cuban de plantas medicinales. 2-8 p.
- Ramírez A., Duque J., Moreno D y Martínez D. 2013. Determinación de pH y acidez de la Facultad de Ingeniería Ambiental (En línea) Disponible en: <https://es.scribd.com/document/167156731/Determinacion-de-Ph> Consultado: 20 de marzo 2018.
- Ramírez J.S., González G y Perales M. 2005. Variedades de Guayaba (*Psidium guajava* L.) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2:1-3 p.

- Rosero J., Hurtado N y Cruz S. 2016. Extracción, contenido fenólico y actividad antioxidante de los polifenoles aislados de residuos de aguacate, semilla y epicarpio (*Persea americana* Mill) de SIREN (En línea): <http://sired.udenar.edu.co/3650/> Consultado: 15 de marzo 2018.
- Rojas A., Jaramillo J, C. y Lemus B. 2015. Métodos analíticos para la determinación de metabolitos secundarios de plantas. Universidad Machala, Ecuador. 108 p.
- SAGARPA. 2011. Aguacate. Secretaria de fomentos a los agronegocios, Vol. 1:1-10 p.
- SAGARPA. 2017. La Arena Competitiva Internacional. Fondo de fomento agropecuario del Estado de Michoacán. 2:2-30 p.
- Salem A., Jiménez F., Mejía P., González M., Albarrán A., Rojo R and Tinoco J. 2011. Influence of individual and mixed extracts of two tree species on *in vitro* gas production kinetics of a high concentrate diet fed to growing lambs. End Livestock Science. 2: 192-200 p.
- Saval S. 2012. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Estrategia Intersecretarial, SENER, SEMARNAT, SAGARPA, SIAP. 46:14-20 p.
- Sepúlveda R.C., Ciro G.L y Zapata M. 2016. Extracción de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de hojas. Revista Cubana de plantas medicinales. 21(2):133-144 p.
- Seo J., Lee S y Marcus L. 2013. Study to find the best extraction solvent for use with (*Psidium guajava* L.) for high antioxidant efficacy. Food Science & Nutrition2. 174-180 p.
- Soto M y Rosales M. 2016. Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxylla*. Madera, ciencia y tecnología. 701-704 p.

- Sousa A. 2009. Metanol y Etanol de la UNAM (En línea) Disponible en: <http://profesores.fi-b.unam.mx/l3prof/Carpeta%20energ%EDa%20y%20ambiente/MetanolEtanol.pdf>
Consulta: 4 de marzo 2018.
- Tafur R. 2006. Desarrollo de la fruticultura Nacional de SAG (En línea) Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_110_Pan%20Frut%20NARIÑO.pdf Consultado: 10 de enero 2018.
- Téliz E. 2007. Cultivo de Aguacate. Revista AgroRincon. 20-40 p.
- Valdés L., Tamargo S.B., Salas O.E y Plaza L. 2015. Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. Revista Cubana de plantas medicinales. 20(1):106-116 p.
- Zeledon R y Wan Fuh J. 1994. El cultivo de la guayaba Cañas Guanacaste, Costa Rica. Publicación de ICA 1-40 p.

X. ANEXOS

1. Análisis de Varianza para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	285.61	1	285.61	10.49	0.0035
B:Concentración	9268.26	5	1853.65	68.07	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1842.9	5	368.579	13.53	0.0000
RESIDUOS	653.6	24	27.2333		
TOTAL (CORREGIDO)	12050.4	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	36	46.7444			
Especie					
1	18	43.9278	1.23003	41.3891	46.4664
2	18	49.5611	1.23003	47.0225	52.0998
Concentración					
1	6	41.6167	2.13047	37.2196	46.0137
2	6	24.6333	2.13047	20.2363	29.0304
3	6	44.65	2.13047	40.2529	49.0471
4	6	35.2167	2.13047	30.8196	39.6137
5	6	72.5333	2.13047	68.1363	76.9304
6	6	61.8167	2.13047	57.4196	66.2137
Especie por Concentración					
1,1	3	42.6	3.01294	36.3816	48.8184
1,2	3	23.7667	3.01294	17.5483	29.9851
1,3	3	46.3667	3.01294	40.1483	52.5851
1,4	3	41.1667	3.01294	34.9483	47.3851
1,5	3	62.4333	3.01294	56.2149	68.6517
1,6	3	47.2333	3.01294	41.0149	53.4517
2,1	3	40.6333	3.01294	34.4149	46.8517
2,2	3	25.5	3.01294	19.2816	31.7184
2,3	3	42.9333	3.01294	36.7149	49.1517
2,4	3	29.2667	3.01294	23.0483	35.4851
2,5	3	82.6333	3.01294	76.4149	88.8517
2,6	3	76.4	3.01294	70.1816	82.6184

Pruebas de Múltiple Rangos para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Especie</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	18	43.9278	1.23003	×
2	18	49.5611	1.23003	×

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2	*	-5.63333	3.5902

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Concentración</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	6	24.6333	2.13047	×
4	6	35.2167	2.13047	×

1	6	41.6167	2.13047	XX
3	6	44.65	2.13047	X
6	6	61.8167	2.13047	X
5	6	72.5333	2.13047	X

Resumen Estadístico para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu

<i>interacción</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
11	3	42.6	4.55741	10.6981%	38.2	47.3	9.1
12	3	23.7667	4.27239	17.9764%	18.9	26.9	8.0
13	3	46.3667	5.90452	12.7344%	40.6	52.4	11.8
14	3	41.1667	6.30661	15.3197%	34.3	46.7	12.4
15	3	62.4333	6.21316	9.95167%	56.0	68.4	12.4
16	3	47.2333	8.91871	18.8822%	38.0	55.8	17.8
21	3	40.6333	2.13854	5.26301%	39.3	43.1	3.8
22	3	25.5	0.43589	1.70937%	25.2	26.0	0.8
23	3	42.9333	6.00444	13.9855%	36.8	48.8	12.0
24	3	29.2667	2.92973	10.0105%	27.1	32.6	5.5
25	3	82.6333	1.58219	1.91471%	80.9	84.0	3.1
26	3	76.4	6.5643	8.59201%	68.9	81.1	12.2
Total	36	46.7444	18.5552	39.695%	18.9	84.0	65.1

Tabla ANOVA para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu por interacción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11396.8	11	1036.07	38.04	0.0000
Intra grupos	653.6	24	27.2333		
Total (Corr.)	12050.4	35			

Tabla de Medias para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
11	3	42.6	3.01294	38.2029	46.9971
12	3	23.7667	3.01294	19.3696	28.1637
13	3	46.3667	3.01294	41.9696	50.7637
14	3	41.1667	3.01294	36.7696	45.5637
15	3	62.4333	3.01294	58.0363	66.8304
16	3	47.2333	3.01294	42.8363	51.6304
21	3	40.6333	3.01294	36.2363	45.0304
22	3	25.5	3.01294	21.1029	29.8971
23	3	42.9333	3.01294	38.5363	47.3304
24	3	29.2667	3.01294	24.8696	33.6637
25	3	82.6333	3.01294	78.2363	87.0304
26	3	76.4	3.01294	72.0029	80.7971
Total	36	46.7444			

Pruebas de Múltiple Rangos para Fenoles por el Método de Folin-Ciocalteu por interacción

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
12	3	23.7667	X
22	3	25.5	XX
24	3	29.2667	XXX
21	3	40.6333	XXX
14	3	41.1667	XX
11	3	42.6	XX
23	3	42.9333	XX
13	3	46.3667	X
16	3	47.2333	XX
15	3	62.4333	XX
26	3	76.4	XX

25	3	82.6333	x
----	---	---------	---

2. Análisis de Varianza para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011).

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	0.0711111	1	0.0711111	0.00	0.9911
B:Concentración	38114.4	5	7622.88	13.77	0.0000
INTERACCIONES					
AB	9787.49	5	1957.5	3.53	0.0155
RESIDUOS	13290.6	24	553.777		
TOTAL (CORREGIDO)	61192.6	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011). con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	36	122.678			
Especie					
1	18	122.722	5.54666	111.274	134.17
2	18	122.633	5.54666	111.186	134.081
Concentración					
1	6	160.05	9.60709	140.222	179.878
2	6	122.1	9.60709	102.272	141.928
3	6	83.8333	9.60709	64.0052	103.661
4	6	171.15	9.60709	151.322	190.978
5	6	96.35	9.60709	76.5219	116.178
6	6	102.583	9.60709	82.7552	122.411
Especie por Concentración					
1,1	3	190.267	13.5865	162.226	218.308
1,2	3	130.467	13.5865	102.426	158.508
1,3	3	84.1	13.5865	56.0588	112.141
1,4	3	162.967	13.5865	134.926	191.008
1,5	3	88.8667	13.5865	60.8255	116.908
1,6	3	79.6667	13.5865	51.6255	107.708
2,1	3	129.833	13.5865	101.792	157.874
2,2	3	113.733	13.5865	85.6922	141.774
2,3	3	83.5667	13.5865	55.5255	111.608
2,4	3	179.333	13.5865	151.292	207.374
2,5	3	103.833	13.5865	75.7922	131.874
2,6	3	125.5	13.5865	97.4588	153.541

Pruebas de Múltiple Rangos para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011). por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Especie</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	18	122.633	5.54666	x
1	18	122.722	5.54666	x

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		0.088889	16.1896

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011). por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Concentración</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	6	83.8333	9.60709	x
5	6	96.35	9.60709	x

6	6	102.583	9.60709	X
2	6	122.1	9.60709	XX
1	6	160.05	9.60709	XX
4	6	171.15	9.60709	X

Resumen Estadístico para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011).

<i>interacción</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
11	3	190.267	57.1722	30.0485%	127.2	238.7	111.5
12	3	130.467	28.6875	21.9884%	108.8	163.0	54.2
13	3	84.1	1.7088	2.03187%	82.3	85.7	3.4
14	3	162.967	2.91947	1.79146%	159.6	164.8	5.2
15	3	88.8667	3.75411	4.22443%	84.8	92.2	7.4
16	3	79.6667	44.5967	55.9791%	28.2	106.9	78.7
21	3	129.833	19.9505	15.3663%	106.8	141.7	34.9
22	3	113.733	8.18372	7.19554%	104.6	120.4	15.8
23	3	83.5667	2.04287	2.4446%	82.1	85.9	3.8
24	3	179.333	6.05007	3.37364%	173.3	185.4	12.1
25	3	103.833	3.56978	3.43799%	100.5	107.6	7.1
26	3	125.5	4.55741	3.6314%	121.1	130.2	9.1
Total	36	122.678	41.8134	34.0839%	28.2	238.7	210.5

<i>interacción</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
11	-0.761079	
12	1.03237	
13	-0.367321	
14	-1.21021	
15	-0.597855	
16	-1.21851	
21	-1.22305	
22	-0.871953	
23	1.10696	
24	0.0175308	
25	0.380567	
26	0.208552	
Total	1.61427	0.997812

Tabla ANOVA para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011). por interacción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	47902.0	11	4354.73	7.86	0.0000
Intra grupos	13290.6	24	553.777		
Total (Corr.)	61192.6	35			

Tabla de Medias para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011). por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
11	3	190.267	13.5865	170.439	210.095
12	3	130.467	13.5865	110.639	150.295
13	3	84.1	13.5865	64.2719	103.928
14	3	162.967	13.5865	143.139	182.795
15	3	88.8667	13.5865	69.0386	108.695
16	3	79.6667	13.5865	59.8386	99.4948
21	3	129.833	13.5865	110.005	149.661
22	3	113.733	13.5865	93.9052	133.561
23	3	83.5667	13.5865	63.7386	103.395
24	3	179.333	13.5865	159.505	199.161
25	3	103.833	13.5865	84.0052	123.661
26	3	125.5	13.5865	105.672	145.328

Total	36	122.678			
-------	----	---------	--	--	--

Pruebas de Múltiple Rangos para Fenoles por el Método de Salem *et al.* (2011). por interacción
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

interacción	Casos	Media	Grupos Homogéneos
16	3	79.6667	X
23	3	83.5667	X
13	3	84.1	X
15	3	88.8667	X
25	3	103.833	XX
22	3	113.733	XXX
26	3	125.5	XXXX
21	3	129.833	XXXX
12	3	130.467	XXXX
14	3	162.967	XXXX
24	3	179.333	XX
11	3	190.267	X

3. Análisis de Varianza para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011).

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	364.174	1	364.174	0.89	0.3538
B:Concentración	35513.3	5	7102.66	17.44	0.0000
INTERACCIONES					
AB	3136.7	5	627.34	1.54	0.2149
RESIDUOS	9774.45	24	407.269		
TOTAL (CORREGIDO)	48788.6	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011). con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	36	96.7028			
Especie					
1	18	93.5222	4.75668	83.7049	103.34
2	18	99.8833	4.75668	90.066	109.701
Concentración					
1	6	98.45	8.23882	81.4459	115.454
2	6	115.5	8.23882	98.4959	132.504
3	6	58.4833	8.23882	41.4792	75.4875
4	6	62.7	8.23882	45.6959	79.7041
5	6	150.917	8.23882	133.913	167.921
6	6	94.1667	8.23882	77.1625	111.171
Especie por Concentración					
1,1	3	75.2333	11.6515	51.1859	99.2808
1,2	3	118.933	11.6515	94.8859	142.981
1,3	3	58.8333	11.6515	34.7859	82.8808
1,4	3	58.2333	11.6515	34.1859	82.2808
1,5	3	154.033	11.6515	129.986	178.081
1,6	3	95.8667	11.6515	71.8192	119.914
2,1	3	121.667	11.6515	97.6192	145.714
2,2	3	112.067	11.6515	88.0192	136.114
2,3	3	58.1333	11.6515	34.0859	82.1808
2,4	3	67.1667	11.6515	43.1192	91.2141
2,5	3	147.8	11.6515	123.753	171.847
2,6	3	92.4667	11.6515	68.4192	116.514

Pruebas de Múltiple Rangos para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011). por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	93.5222	4.75668	X
2	18	99.8833	4.75668	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-6.36111	13.8838

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011). por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	6	58.4833	8.23882	X
4	6	62.7	8.23882	XX
6	6	94.1667	8.23882	XXX
1	6	98.45	8.23882	XX
2	6	115.5	8.23882	XX
5	6	150.917	8.23882	X

Resumen Estadístico para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011).

interacción	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
11	3	75.2333	25.1796	33.4687%	60.1	104.3	44.2
12	3	118.933	6.21477	5.22542%	113.3	125.6	12.3
13	3	58.8333	3.80832	6.47307%	54.7	62.2	7.5
14	3	58.2333	7.0812	12.16%	50.8	64.9	14.1
15	3	154.033	10.6086	6.88724%	141.8	160.7	18.9
16	3	95.8667	20.2796	21.154%	80.3	118.8	38.5
21	3	121.667	57.4871	47.2496%	58.4	170.7	112.3
22	3	112.067	8.15128	7.2736%	102.9	118.5	15.6
23	3	58.1333	5.22143	8.98182%	54.4	64.1	9.7
24	3	67.1667	13.3061	19.8106%	54.1	80.7	26.6
25	3	147.8	2.95127	1.9968%	144.8	150.7	5.9
26	3	92.4667	6.47328	7.00066%	85.0	96.5	11.5
Total	36	96.7028	37.3358	38.6088%	50.8	170.7	119.9

interacción	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
11	1.22162	
12	0.514443	
13	-0.614615	
14	-0.340468	
15	-1.20995	
16	1.00335	
21	-0.739537	
22	-0.947023	
23	1.11202	
24	0.11146	
25	-0.107694	
26	-1.21292	
Total	1.06118	-1.40384

Tabla ANOVA para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011). por interacción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	39014.2	11	3546.74	8.71	0.0000
Intra grupos	9774.45	24	407.269		
Total (Corr.)	48788.6	35			

Tabla de Medias para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011). por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

			Error Est.		
interacción	Casos	Media	(s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
11	3	75.2333	11.6515	58.2292	92.2375
12	3	118.933	11.6515	101.929	135.937
13	3	58.8333	11.6515	41.8292	75.8375
14	3	58.2333	11.6515	41.2292	75.2375
15	3	154.033	11.6515	137.029	171.037
16	3	95.8667	11.6515	78.8625	112.871
21	3	121.667	11.6515	104.663	138.671
22	3	112.067	11.6515	95.0625	129.071
23	3	58.1333	11.6515	41.1292	75.1375
24	3	67.1667	11.6515	50.1625	84.1708
25	3	147.8	11.6515	130.796	164.804
26	3	92.4667	11.6515	75.4625	109.471
Total	36	96.7028			

Pruebas de Múltiple Rangos para Saponinas por el Método de Salem *et al.* (2011). por interacción
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

interacción	Casos	Media	Grupos Homogéneos
23	3	58.1333	X
14	3	58.2333	X
13	3	58.8333	X
24	3	67.1667	XX
11	3	75.2333	XX
26	3	92.4667	XXX
16	3	95.8667	XXXX
22	3	112.067	XXXX
12	3	118.933	XXX
21	3	121.667	XXX
25	3	147.8	XX
15	3	154.033	X

4. Análisis de Varianza para pH

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	2.66778	1	2.66778	58.56	0.0000
B:Concentración	6.35222	5	1.27044	27.89	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.685556	5	0.137111	3.01	0.0301
RESIDUOS	1.09333	24	0.0455556		
TOTAL (CORREGIDO)	10.7989	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para pH con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	36	5.99444			
Especie					
1	18	6.26667	0.0503077	6.16284	6.3705
2	18	5.72222	0.0503077	5.61839	5.82605
Concentración					
1	6	6.38333	0.0871355	6.20349	6.56317
2	6	5.9	0.0871355	5.72016	6.07984
3	6	5.15	0.0871355	4.97016	5.32984
4	6	6.23333	0.0871355	6.05349	6.41317

5	6	6.35	0.0871355	6.17016	6.52984
6	6	5.95	0.0871355	5.77016	6.12984
Especie por Concentración					
1,1	3	6.6	0.123228	6.34567	6.85433
1,2	3	6.43333	0.123228	6.179	6.68766
1,3	3	5.43333	0.123228	5.179	5.68766
1,4	3	6.56667	0.123228	6.31234	6.821
1,5	3	6.46667	0.123228	6.21234	6.721
1,6	3	6.1	0.123228	5.84567	6.35433
2,1	3	6.16667	0.123228	5.91234	6.421
2,2	3	5.36667	0.123228	5.11234	5.621
2,3	3	4.86667	0.123228	4.61234	5.121
2,4	3	5.9	0.123228	5.64567	6.15433
2,5	3	6.23333	0.123228	5.979	6.48766
2,6	3	5.8	0.123228	5.54567	6.05433

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	18	5.72222	0.0503077	X
1	18	6.26667	0.0503077	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	0.544444	0.146838

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	6	5.15	0.0871355	X
2	6	5.9	0.0871355	X
6	6	5.95	0.0871355	X
4	6	6.23333	0.0871355	XX
5	6	6.35	0.0871355	X
1	6	6.38333	0.0871355	X

Resumen Estadístico para pH

interacción	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
11	3	6.6	0	0%	6.6	6.6	0
12	3	6.43333	0.057735	0.897436%	6.4	6.5	0.1
13	3	5.43333	0.635085	11.6887%	4.7	5.8	1.1
14	3	6.56667	0.11547	1.75843%	6.5	6.7	0.2
15	3	6.46667	0.057735	0.89281%	6.4	6.5	0.1
16	3	6.1	0.1	1.63934%	6.0	6.2	0.2
21	3	6.16667	0.057735	0.936244%	6.1	6.2	0.1
22	3	5.36667	0.288675	5.37904%	5.2	5.7	0.5
23	3	4.86667	0.152753	3.13875%	4.7	5.0	0.3
24	3	5.9	0	0%	5.9	5.9	0
25	3	6.23333	0.057735	0.92623%	6.2	6.3	0.1
26	3	5.8	0	0%	5.8	5.8	0
Total	36	5.99444	0.555463	9.2663%	4.7	6.7	2.0

interacción	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
11	1.73205	
12	1.22474	
13	-1.22474	
14	1.22474	
15	-1.22474	

16	0	
21	-1.22474	
22	1.22474	
23	-0.6613	
24	-1.73205	
25	1.22474	
26		
Total	-2.49137	0.315789

Tabla ANOVA para pH por interacción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9.70556	11	0.882323	19.37	0.0000
Intra grupos	1.09333	24	0.0455556		
Total (Corr.)	10.7989	35			

Tabla de Medias para pH por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

interacción	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
11	3	6.6	0.123228	6.42016	6.77984
12	3	6.43333	0.123228	6.25349	6.61317
13	3	5.43333	0.123228	5.25349	5.61317
14	3	6.56667	0.123228	6.38683	6.74651
15	3	6.46667	0.123228	6.28683	6.64651
16	3	6.1	0.123228	5.92016	6.27984
21	3	6.16667	0.123228	5.98683	6.34651
22	3	5.36667	0.123228	5.18683	5.54651
23	3	4.86667	0.123228	4.68683	5.04651
24	3	5.9	0.123228	5.72016	6.07984
25	3	6.23333	0.123228	6.05349	6.41317
26	3	5.8	0.123228	5.62016	5.97984
Total	36	5.99444			

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por interacción

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

interacción	Casos	Media	Grupos Homogéneos
23	3	4.86667	X
22	3	5.36667	XX
13	3	5.43333	XX
26	3	5.8	XX
24	3	5.9	XXX
16	3	6.1	XXX
21	3	6.16667	XXX
25	3	6.23333	XXX
12	3	6.43333	XX
15	3	6.46667	XX
14	3	6.56667	X
11	3	6.6	X

5. Análisis de Varianza para Color en su componente (a*)

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	2.00694	1	2.00694	3.58	0.0705
B:Concentración	81.1692	5	16.2338	28.99	0.0000
INTERACCIONES					
AB	10.3314	5	2.06628	3.69	0.0128
RESIDUOS	13.44	24	0.56		
TOTAL (CORREGIDO)	106.947	35			

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para a* con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	36	1.99167			
Especie					
1	18	2.22778	0.176383	1.86374	2.59182
2	18	1.75556	0.176383	1.39152	2.11959
Concentración					
1	6	0.533333	0.305505	-0.0971994	1.16387
2	6	0.766667	0.305505	0.136134	1.3972
3	6	4.05	0.305505	3.41947	4.68053
4	6	0.616667	0.305505	-0.0138661	1.2472
5	6	3.93333	0.305505	3.3028	4.56387
6	6	2.05	0.305505	1.41947	2.68053
Especie por Concentración					
1,1	3	0.666667	0.432049	-0.225041	1.55837
1,2	3	0.733333	0.432049	-0.158375	1.62504
1,3	3	5.4	0.432049	4.50829	6.29171
1,4	3	0.733333	0.432049	-0.158375	1.62504
1,5	3	4.16667	0.432049	3.27496	5.05837
1,6	3	1.66667	0.432049	0.774959	2.55837
2,1	3	0.4	0.432049	-0.491708	1.29171
2,2	3	0.8	0.432049	-0.0917079	1.69171
2,3	3	2.7	0.432049	1.80829	3.59171
2,4	3	0.5	0.432049	-0.391708	1.39171
2,5	3	3.7	0.432049	2.80829	4.59171
2,6	3	2.43333	0.432049	1.54163	3.32504

Pruebas de Múltiple Rangos para a* por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	18	1.75556	0.176383	X
1	18	2.22778	0.176383	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0.472222	0.514828

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para a* por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	6	0.533333	0.305505	X
4	6	0.616667	0.305505	X
2	6	0.766667	0.305505	XX
6	6	2.05	0.305505	X
5	6	3.93333	0.305505	X
3	6	4.05	0.305505	X

Resumen Estadístico para a*

interacción	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
11	3	0.666667	0.11547	17.3205%	0.6	0.8	0.2
12	3	0.733333	0.057735	7.87296%	0.7	0.8	0.1
13	3	5.4	2.17025	40.1899%	2.9	6.8	3.9
14	3	0.733333	0.057735	7.87296%	0.7	0.8	0.1
15	3	4.16667	1.16762	28.0228%	2.9	5.2	2.3
16	3	1.66667	0.378594	22.7156%	1.4	2.1	0.7
21	3	0.4	0.173205	43.3013%	0.3	0.6	0.3
22	3	0.8	0.1	12.5%	0.7	0.9	0.2

23	3	2.7	0.6245	23.1296%	2.2	3.4	1.2
24	3	0.5	0.1	20.0%	0.4	0.6	0.2
25	3	3.7	0.173205	4.68122%	3.6	3.9	0.3
26	3	2.43333	0.11547	4.74534%	2.3	2.5	0.2
Total	36	1.99167	1.74804	87.7677%	0.3	6.8	6.5

<i>interacción</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
11	1.22474	
12	1.22474	
13	-1.19847	
14	1.22474	
15	-0.610484	
16	1.12932	
21	1.22474	
22	0	
23	0.914531	
24	0	
25	1.22474	
26	-1.22474	
Total	3.09102	1.26404

Tabla ANOVA para a* por interacción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	93.5075	11	8.50068	15.18	0.0000
Intra grupos	13.44	24	0.56		
Total (Corr.)	106.947	35			

Tabla de Medias para a* por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
11	3	0.666667	0.432049	0.0361339	1.2972
12	3	0.733333	0.432049	0.102801	1.36387
13	3	5.4	0.432049	4.76947	6.03053
14	3	0.733333	0.432049	0.102801	1.36387
15	3	4.16667	0.432049	3.53613	4.7972
16	3	1.66667	0.432049	1.03613	2.2972
21	3	0.4	0.432049	-0.230533	1.03053
22	3	0.8	0.432049	0.169467	1.43053
23	3	2.7	0.432049	2.06947	3.33053
24	3	0.5	0.432049	-0.130533	1.13053
25	3	3.7	0.432049	3.06947	4.33053
26	3	2.43333	0.432049	1.8028	3.06387
Total	36	1.99167			

Pruebas de Múltiple Rangos para a* por interacción

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
21	3	0.4	X
24	3	0.5	XX
11	3	0.666667	XX
12	3	0.733333	XX
14	3	0.733333	XX
22	3	0.8	XX
16	3	1.66667	XXX
26	3	2.43333	XXXX
23	3	2.7	XXX
25	3	3.7	XXX
15	3	4.16667	XX

13	3	5.4	x
----	---	-----	---

6. Análisis de Varianza para Color en su componente (b*)

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	9.9225	1	9.9225	9.38	0.0054
B:Concentración	137.261	5	27.4523	25.94	0.0000
INTERACCIONES					
AB	26.8525	5	5.3705	5.07	0.0026
RESIDUOS	25.4	24	1.05833		
TOTAL (CORREGIDO)	199.436	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para b* con intervalos de confianza del 95.0%

			Error	Límite	Límite
Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	36	2.61944			
Especie					
1	18	2.09444	0.242479	1.59399	2.5949
2	18	3.14444	0.242479	2.64399	3.6449
Concentración					
1	6	0.833333	0.419987	-0.0334786	1.70015
2	6	0.616667	0.419987	-0.250145	1.48348
3	6	4.76667	0.419987	3.89985	5.63348
4	6	0.833333	0.419987	-0.0334786	1.70015
5	6	5.33333	0.419987	4.46652	6.20015
6	6	3.33333	0.419987	2.46652	4.20015
Especie por Concentración					
1,1	3	0.5	0.593951	-0.725857	1.72586
1,2	3	0.533333	0.593951	-0.692524	1.75919
1,3	3	5.7	0.593951	4.47414	6.92586
1,4	3	0.266667	0.593951	-0.95919	1.49252
1,5	3	3.7	0.593951	2.47414	4.92586
1,6	3	1.86667	0.593951	0.64081	3.09252
2,1	3	1.16667	0.593951	-0.0591905	2.39252
2,2	3	0.7	0.593951	-0.525857	1.92586
2,3	3	3.83333	0.593951	2.60748	5.05919
2,4	3	1.4	0.593951	0.174143	2.62586
2,5	3	6.96667	0.593951	5.74081	8.19252
2,6	3	4.8	0.593951	3.57414	6.02586

Pruebas de Múltiple Rangos para b* por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	2.09444	0.242479	x
2	18	3.14444	0.242479	x

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-1.05	0.707749

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para b* por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	6	0.616667	0.419987	x
4	6	0.833333	0.419987	x
1	6	0.833333	0.419987	x

6	6	3.33333	0.419987	X
3	6	4.76667	0.419987	XX
5	6	5.33333	0.419987	X

Resumen Estadístico para b*

<i>interacción</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
11	3	0.5	0.1	20.0%	0.4	0.6	0.2
12	3	0.533333	0.11547	21.6506%	0.4	0.6	0.2
13	3	5.7	2.85832	50.146%	2.5	8.0	5.5
14	3	0.266667	0.057735	21.6506%	0.2	0.3	0.1
15	3	3.7	1.15326	31.1691%	2.6	4.9	2.3
16	3	1.86667	0.680686	36.4653%	1.1	2.4	1.3
21	3	1.16667	0.251661	21.571%	0.9	1.4	0.5
22	3	0.7	0.1	14.2857%	0.6	0.8	0.2
23	3	3.83333	1.26623	33.032%	2.7	5.2	2.5
24	3	1.4	0.34641	24.7436%	1.2	1.8	0.6
25	3	6.96667	0.907377	13.0246%	6.0	7.8	1.8
26	3	4.8	0.3	6.25%	4.5	5.1	0.6
Total	36	2.61944	2.38709	91.1295%	0.2	8.0	7.8

<i>interacción</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
11	0	
12	-1.22474	
13	-0.902578	
14	-1.22474	
15	0.273838	
16	-0.962585	
21	-0.41407	
22	0	
23	0.566446	
24	1.22474	
25	-0.457476	
26	0	
Total	2.25238	-0.467233

Tabla ANOVA para b* por interacción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	174.036	11	15.8215	14.95	0.0000
Intra grupos	25.4	24	1.05833		
Total (Corr.)	199.436	35			

Tabla de Medias para b* por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
11	3	0.5	0.593951	-0.366812	1.36681
12	3	0.533333	0.593951	-0.333479	1.40015
13	3	5.7	0.593951	4.83319	6.56681
14	3	0.266667	0.593951	-0.600145	1.13348
15	3	3.7	0.593951	2.83319	4.56681
16	3	1.86667	0.593951	0.999855	2.73348
21	3	1.16667	0.593951	0.299855	2.03348
22	3	0.7	0.593951	-0.166812	1.56681
23	3	3.83333	0.593951	2.96652	4.70015
24	3	1.4	0.593951	0.533188	2.26681
25	3	6.96667	0.593951	6.09985	7.83348
26	3	4.8	0.593951	3.93319	5.66681
Total	36	2.61944			

Pruebas de Múltiple Rangos para b* por interacción
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
14	3	0.266667	X
11	3	0.5	X
12	3	0.533333	X
22	3	0.7	XX
21	3	1.16667	XXX
24	3	1.4	XXX
16	3	1.86667	XXXX
15	3	3.7	XXXX
23	3	3.83333	XXX
26	3	4.8	XXX
13	3	5.7	XX
25	3	6.96667	X

7. Análisis de Varianza para Color en su componente (c*)

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	2.45444	1	2.45444	1.65	0.2116
B:Concentración	220.159	5	44.0318	29.55	0.0000
INTERACCIONES					
AB	32.7456	5	6.54911	4.39	0.0056
RESIDUOS	35.7667	24	1.49028		
TOTAL (CORREGIDO)	291.126	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para c* con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL	36	3.36111			
Especie					
1	18	3.1	0.287738	2.50614	3.69386
2	18	3.62222	0.287738	3.02836	4.21609
Concentración					
1	6	1.06667	0.498377	0.038065	2.09527
2	6	0.983333	0.498377	-0.0452684	2.01194
3	6	6.31667	0.498377	5.28806	7.34527
4	6	1.11667	0.498377	0.088065	2.14527
5	6	6.78333	0.498377	5.75473	7.81194
6	6	3.9	0.498377	2.8714	4.9286
Especie por Concentración					
1,1	3	0.866667	0.704812	-0.587996	2.32133
1,2	3	0.9	0.704812	-0.554662	2.35466
1,3	3	7.9	0.704812	6.44534	9.35466
1,4	3	0.766667	0.704812	-0.687996	2.22133
1,5	3	5.63333	0.704812	4.17867	7.088
1,6	3	2.53333	0.704812	1.07867	3.988
2,1	3	1.26667	0.704812	-0.187996	2.72133
2,2	3	1.06667	0.704812	-0.387996	2.52133
2,3	3	4.73333	0.704812	3.27867	6.188
2,4	3	1.46667	0.704812	0.0120042	2.92133
2,5	3	7.93333	0.704812	6.47867	9.388
2,6	3	5.26667	0.704812	3.812	6.72133

Pruebas de Múltiple Rangos para c* por Especie
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	3.1	0.287738	X
2	18	3.62222	0.287738	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.52222	0.83985

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para c* por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	6	0.983333	0.498377	X
1	6	1.06667	0.498377	X
4	6	1.11667	0.498377	X
6	6	3.9	0.498377	X
3	6	6.31667	0.498377	X
5	6	6.78333	0.498377	X

Resumen Estadístico para c*

interacción	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
11	3	0.866667	0.057735	6.66173%	0.8	0.9	0.1
12	3	0.9	0	0%	0.9	0.9	0
13	3	7.9	3.56791	45.1635%	3.8	10.3	6.5
14	3	0.766667	0.057735	7.53066%	0.7	0.8	0.1
15	3	5.63333	1.50111	26.6469%	4.1	7.1	3.0
16	3	2.53333	0.702377	27.7254%	1.8	3.2	1.4
21	3	1.26667	0.152753	12.0594%	1.1	1.4	0.3
22	3	1.06667	0.057735	5.41266%	1.0	1.1	0.1
23	3	4.73333	1.33167	28.1338%	3.6	6.2	2.6
24	3	1.46667	0.288675	19.6824%	1.3	1.8	0.5
25	3	7.93333	0.702377	8.85349%	7.2	8.6	1.4
26	3	5.26667	0.152753	2.90036%	5.1	5.4	0.3
Total	36	3.36111	2.88407	85.8071%	0.7	10.3	9.6

interacción	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
11	-1.22474	
12		
13	-1.17192	
14	-1.22474	
15	-0.141038	
16	-0.299299	
21	-0.6613	
22	-1.22474	
23	0.746586	
24	1.22474	
25	-0.299299	
26	-0.6613	
Total	2.32977	-0.317364

Tabla ANOVA para c* por interacción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	255.359	11	23.2144	15.58	0.0000
Intra grupos	35.7667	24	1.49028		
Total (Corr.)	291.126	35			

Tabla de Medias para c* por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

interacción	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
-------------	-------	-------	----------------------------	-----------------	-----------------

11	3	0.866667	0.704812	-0.161935	1.89527
12	3	0.9	0.704812	-0.128602	1.9286
13	3	7.9	0.704812	6.8714	8.9286
14	3	0.766667	0.704812	-0.261935	1.79527
15	3	5.63333	0.704812	4.60473	6.66194
16	3	2.53333	0.704812	1.50473	3.56194
21	3	1.26667	0.704812	0.238065	2.29527
22	3	1.06667	0.704812	0.038065	2.09527
23	3	4.73333	0.704812	3.70473	5.76194
24	3	1.46667	0.704812	0.438065	2.49527
25	3	7.93333	0.704812	6.90473	8.96194
26	3	5.26667	0.704812	4.23806	6.29527
Total	36	3.36111			

Pruebas de Múltiple Rangos para c* por interacción

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
14	3	0.766667	X
11	3	0.866667	X
12	3	0.9	X
22	3	1.06667	X
21	3	1.26667	XX
24	3	1.46667	XX
16	3	2.53333	XXX
23	3	4.73333	XXX
26	3	5.26667	XX
15	3	5.63333	XX
13	3	7.9	X
25	3	7.93333	X

8. Análisis de Varianza para Color en su componente (h)

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	4428.9	1	4428.9	84.28	0.0000
B:Concentración	1180.82	5	236.164	4.49	0.0050
INTERACCIONES					
AB	2178.86	5	435.773	8.29	0.0001
RESIDUOS	1261.19	24	52.5497		
TOTAL (CORREGIDO)	9049.78	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para h con intervalos de confianza del 95.0%

			<i>Error</i>	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>
<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Est.</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
MEDIA GLOBAL					
Especie					
1	18	37.5889	1.70863	34.0624	41.1153
2	18	59.7722	1.70863	56.2458	63.2987
Concentración					
1	6	52.8833	2.95944	46.7753	58.9913
2	6	37.4	2.95944	31.292	43.508
3	6	50.0833	2.95944	43.9753	56.1913
4	6	45.9333	2.95944	39.8253	52.0413
5	6	51.0333	2.95944	44.9253	57.1413
6	6	54.75	2.95944	48.642	60.858
Especie por Concentración					
1,1	3	36.5	4.18528	27.862	45.138

1,2	3	35.3667	4.18528	26.7287	44.0047
1,3	3	45.7	4.18528	37.062	54.338
1,4	3	20.8333	4.18528	12.1953	29.4713
1,5	3	40.0333	4.18528	31.3953	48.6713
1,6	3	47.1	4.18528	38.462	55.738
2,1	3	69.2667	4.18528	60.6287	77.9047
2,2	3	39.4333	4.18528	30.7953	48.0713
2,3	3	54.4667	4.18528	45.8287	63.1047
2,4	3	71.0333	4.18528	62.3953	79.6713
2,5	3	62.0333	4.18528	53.3953	70.6713
2,6	3	62.4	4.18528	53.762	71.038

Pruebas de Múltiple Rangos para h por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	37.5889	1.70863	X
2	18	59.7722	1.70863	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-22.1833	4.98716

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para h por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	6	37.4	2.95944	X
4	6	45.9333	2.95944	XX
3	6	50.0833	2.95944	XX
5	6	51.0333	2.95944	X
1	6	52.8833	2.95944	X
6	6	54.75	2.95944	X

Resumen Estadístico para h

interacción	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
11	3	36.5	11.7043	32.0665%	23.5	46.2	22.7
12	3	35.3667	10.8969	30.8113%	22.8	42.2	19.4
13	3	45.7	5.02693	10.9998%	41.0	51.0	10.0
14	3	20.8333	4.48367	21.5216%	15.8	24.4	8.6
15	3	40.0333	2.60832	6.51537%	38.1	43.0	4.9
16	3	47.1	8.70689	18.486%	37.6	54.7	17.1
21	3	69.2667	11.2349	16.2198%	56.3	76.1	19.8
22	3	39.4333	7.55932	19.1699%	33.7	48.0	14.3
23	3	54.4667	2.18251	4.00705%	52.1	56.4	4.3
24	3	71.0333	6.25007	8.79878%	64.8	77.3	12.5
25	3	62.0333	4.27122	6.88537%	57.3	65.6	8.3
26	3	62.4	1.2	1.92308%	61.2	63.6	2.4
Total	36	48.6806	16.08	33.0316%	15.8	77.3	61.5

interacción	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
11	-0.825835	
12	-1.21072	
13	0.374382	
14	-0.929491	
15	1.06275	
16	-0.6613	
21	-1.2194	
22	1.0251	
23	-0.606872	

24	0.0169699	
25	-0.804299	
26	0	
Total	-0.284151	-0.725546

Tabla ANOVA para h por interacción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7788.58	11	708.053	13.47	0.0000
Intra grupos	1261.19	24	52.5497		
Total (Corr.)	9049.78	35			

Tabla de Medias para h por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

interacción	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
11	3	36.5	4.18528	30.392	42.608
12	3	35.3667	4.18528	29.2587	41.4747
13	3	45.7	4.18528	39.592	51.808
14	3	20.8333	4.18528	14.7253	26.9413
15	3	40.0333	4.18528	33.9253	46.1413
16	3	47.1	4.18528	40.992	53.208
21	3	69.2667	4.18528	63.1587	75.3747
22	3	39.4333	4.18528	33.3253	45.5413
23	3	54.4667	4.18528	48.3587	60.5747
24	3	71.0333	4.18528	64.9253	77.1413
25	3	62.0333	4.18528	55.9253	68.1413
26	3	62.4	4.18528	56.292	68.508
Total	36	48.6806			

Pruebas de Múltiple Rangos para h por interacción

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

interacción	Casos	Media	Grupos Homogéneos
14	3	20.8333	X
12	3	35.3667	XX
11	3	36.5	XX
22	3	39.4333	XX
15	3	40.0333	XX
13	3	45.7	XX
16	3	47.1	XX
23	3	54.4667	XXX
25	3	62.0333	XX
26	3	62.4	XX
21	3	69.2667	X
24	3	71.0333	X

9. Análisis de Varianza para Color en su componente (L)

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	11.56	1	11.56	3.84	0.0618
B:Concentración	49.3089	5	9.86178	3.27	0.0215
INTERACCIONES					
AB	37.3333	5	7.46667	2.48	0.0603
RESIDUOS	72.2867	24	3.01194		
TOTAL (CORREGIDO)	170.489	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para L con intervalos de confianza del 95.0%

	Error	Límite	Límite
--	-------	--------	--------

Nivel	Casos	Media	Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	36	31.9444			
Especie					
1	18	31.3778	0.40906	30.5335	32.222
2	18	32.5111	0.40906	31.6669	33.3554
Concentración					
1	6	30.3833	0.708513	28.921	31.8456
2	6	32.35	0.708513	30.8877	33.8123
3	6	32.2	0.708513	30.7377	33.6623
4	6	31.2	0.708513	29.7377	32.6623
5	6	34.1167	0.708513	32.6544	35.579
6	6	31.4167	0.708513	29.9544	32.879
Especie por Concentración					
1,1	3	30.2667	1.00199	28.1987	32.3347
1,2	3	30.5333	1.00199	28.4653	32.6013
1,3	3	33.4333	1.00199	31.3653	35.5013
1,4	3	31.0667	1.00199	28.9987	33.1347
1,5	3	32.8667	1.00199	30.7987	34.9347
1,6	3	30.1	1.00199	28.032	32.168
2,1	3	30.5	1.00199	28.432	32.568
2,2	3	34.1667	1.00199	32.0987	36.2347
2,3	3	30.9667	1.00199	28.8987	33.0347
2,4	3	31.3333	1.00199	29.2653	33.4013
2,5	3	35.3667	1.00199	33.2987	37.4347
2,6	3	32.7333	1.00199	30.6653	34.8013

Pruebas de Múltiple Rangos para L por Especie

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	18	31.3778	0.40906	X
2	18	32.5111	0.40906	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-1.13333	1.19396

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para L por Concentración

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Concentración	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	6	30.3833	0.708513	X
4	6	31.2	0.708513	XX
6	6	31.4167	0.708513	XX
3	6	32.2	0.708513	XX
2	6	32.35	0.708513	XX
5	6	34.1167	0.708513	X

Resumen Estadístico para L

interacción	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
11	3	30.2667	0.251661	0.83148%	30.0	30.5	0.5
12	3	30.5333	0.152753	0.500281%	30.4	30.7	0.3
13	3	33.4333	2.10792	6.30485%	31.1	35.2	4.1
14	3	31.0667	0.251661	0.810068%	30.8	31.3	0.5
15	3	32.8667	0.960902	2.92364%	32.0	33.9	1.9
16	3	30.1	1.35277	4.49427%	28.7	31.4	2.7
21	3	30.5	0.34641	1.13577%	30.3	30.9	0.6
22	3	34.1667	4.79201	14.0254%	31.4	39.7	8.3
23	3	30.9667	2.24796	7.2593%	28.5	32.9	4.4
24	3	31.3333	0.503322	1.60635%	30.8	31.8	1.0

25	3	35.3667	0.602771	1.70435%	34.8	36.0	1.2
26	3	32.7333	0.208167	0.635947%	32.5	32.9	0.4
Total	36	31.9444	2.20706	6.90906%	28.5	39.7	11.2

<i>interacción</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
11	-0.41407	
12	0.6613	
13	-0.793585	
14	-0.41407	
15	0.535305	
16	-0.233933	
21	1.22474	
22	1.22474	
23	-0.712437	
24	-0.41407	
25	0.347623	
26	-0.914531	
Total	3.64553	3.95304

Tabla ANOVA para L por interacción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	98.2022	11	8.92747	2.96	0.0126
Intra grupos	72.2867	24	3.01194		
Total (Corr.)	170.489	35			

Tabla de Medias para L por interacción con intervalos de confianza del 95.0%

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
11	3	30.2667	1.00199	28.8044	31.729
12	3	30.5333	1.00199	29.071	31.9956
13	3	33.4333	1.00199	31.971	34.8956
14	3	31.0667	1.00199	29.6044	32.529
15	3	32.8667	1.00199	31.4044	34.329
16	3	30.1	1.00199	28.6377	31.5623
21	3	30.5	1.00199	29.0377	31.9623
22	3	34.1667	1.00199	32.7044	35.629
23	3	30.9667	1.00199	29.5044	32.429
24	3	31.3333	1.00199	29.871	32.7956
25	3	35.3667	1.00199	33.9044	36.829
26	3	32.7333	1.00199	31.271	34.1956
Total	36	31.9444			

Pruebas de Múltiple Rangos para L por interacción

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>interacción</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
16	3	30.1	X
11	3	30.2667	XX
21	3	30.5	XX
12	3	30.5333	XX
23	3	30.9667	XX
14	3	31.0667	XX
24	3	31.3333	XX
26	3	32.7333	XX
15	3	32.8667	XX
13	3	33.4333	XX
22	3	34.1667	XX
25	3	35.3667	X

Glosario

Antisecretoria: Es la capacidad de proteger la mucosa gastrointestinal contra el daño producido por diferentes agentes, a través de mecanismos diferentes a los relacionados con la secreción ácida.

Antimicrobiana: Impide el desarrollo de los microbios.

Antiinflamatoria: Su acción es impedir que ciertas sustancias en el cuerpo causen inflamación.

Anticitotóxica: Tipo de célula inmunitaria que puede destruir ciertas células, como las células extrañas, células cancerosas y células infectadas por un virus.

Antialérgica: Impide los síntomas de alergia que crean mucosidad, lo cual puede causar síntomas molestos en la nariz, los ojos y los pulmones.

Antiséptica: Son sustancias antimicrobianas que se aplican a un tejido vivo o sobre la piel para reducir la posibilidad de infección, sepsis o putrefacción.

Alifáticos: Son los compuestos orgánicos no derivados del benceno. Están formados por átomos de carbono e hidrógeno, formando cadenas, las cuales pueden ser abiertas o cerradas.

Azeotrópica: Son mezclas de dos o más componentes, cuyas proporciones son tales que el vapor producido por evaporación parcial tiene la misma composición que el líquido.

Bactericida: Es aquel que produce la muerte a una bacteria y está provocado por alguna sustancia bactericida. Los organismos secretan sustancias bactericidas como medios defensivos contra las bacterias.

Bioactivos: Son componentes que tienen una actividad biológica dentro del organismo, que se traduce en beneficios para la salud. Actúan como sistema de defensa y protegen a las plantas de infecciones dándoles, color, aroma y propiedades particulares.

Cardiotónica: Es una sustancia de naturaleza que aumenta la eficiencia de la función cardiaca al disminuir el consumo de oxígeno.

Cicatrizante: Es un proceso biológico mediante el cual los tejidos vivos reparan sus heridas dejando una cicatriz.

Emenagoga: Ayuda al aumento de la circulación.

Eluyente: Sustancia (puede ser puro, mezcla de varias o disolución) que se añade en una columna cromatográfica

Espasmolítica: Es un relajante que alivia la contractura del musculo.

Enzima lipoxigenasa: Inhibe la oxidación.

Febrífuga: Reduce la fiebre.

Genotóxica: La genotoxicidad es la capacidad para causar daño al material genético por agentes físicos, químicos o biológicos; el daño en el material genético incluye no sólo al ADN, sino también a todos aquellos componentes celulares que se encuentran relacionados con la funcionalidad y comportamiento de los cromosomas dentro de la célula

Halogenados: Son compuestos ya sean sintéticos o naturales, que en su composición participa algún elemento halógeno. Si los halógenos se unen con elementos metálicos, forman sales como: cloruros, yoduros, fluoruros, y bromuros.

Hemostática: Favorece la circulación sanguínea.

Hepatoprotectora: Células que previenen el daño al hígado.

Hipoglicémica: Regula el azúcar en la sangre.

Laxativa: Es usada para provocar la defecación o la eliminación de heces.

Lixiviación: Es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

Nutraceúticos: Tienen funciones benéficas para la salud, nutrientes, farmacéuticos.

Pirólisis: Es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno. Involucra cambios simultáneos de composición química y estado físico, los cuales son irreversibles.

Quelante: Atrapador de metales

Terapéutica: Parte de la medicina que tiene por objeto el tratamiento de las enfermedades.

Termolábiles: Que se altera con facilidad por la acción del calor.